

HALAMAN JUDUL



**REDUKSI KADAR KOLESTEROL PADA LEMAK AYAM BROILER DENGAN PEMBERIAN CHITOSAN KULIT UDANG YANG
DIPEROLEH SECARA BIODEGRADASI ENZIMATIK**

LAPORAN PENELITIAN

OLEH

RIZKI AMELIA NASUTION, M.Si

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**Judul : REDUKSI KADAR KOLESTEROL PADA LEMAK AYAM BROILER DENGAN PEMBERIAN CHITOSAN KULIT
UDANG YANG DIPEROLEH SECARA BIODEGRADASI ENZIMATIK**

Nama : Rizki Amelia Nasution,M.Si
NIP : 198803292019032008

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI**

RIZKI AMELIA NASUTION

Reduksi Kadar Kolesterol Pada Lemak Ayam Broiler Dengan Pemberian Chitosan Kulit Udang Yang Diperoleh Secara Biodegradasi Enzimatik

ABSTRAK

Ayam Broiler mengandung kadar kolesterol tinggi, daging ayam potong dan petelur mengandung kadar kolesterol mencapai ± 200 mg. Limbah kulit udang dapat dimanfaatkan sebagai penurun kadar kolesterol pada tubuh yang disebut chitosan. Chitosan merupakan Senyawa dengan muatan listrik positif, dapat menyatu dengan zat asam empedu yang bermuatan negatif sehingga menghambat penyerapan kolesterol, karena zat lemak yang masuk bersama makanan harus dicerna dan diserap dengan bantuan zat asam empedu yang disekresi liver. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya reduksi chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol lemak ayam broiler. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperiment. Derajat deasetilasi dianalisis menggunakan spektroskopi IR. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa karakterisasi chitosan menunjukkan Chitosan Kulit Udang hasil Biodegradasi Enzimatik Berpengaruh Sangat Nyata terhadap reduksi kadar kolesterol lemak ayam broiler oleh chitosan hasil biodegradasi enzimatik. Dimana F hitung ((85,51)>F table 0,05(2,77) dan 0,01 (4,25)) untuk Kadar Kolesterol Total lemak ayam broiler terjadi kenaikan pada daya reduksi chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol.

Kata kunci: Chitosan, Kolesterol, Ayam Broiler, Biodegradasi Enzimatik.

**SCIENCE AND TECHNOLOGI FACULTY
DEPARTEMENT OG BIOLOGY**

RIZKI AMELIA NASUTION

Reduction of Cholesterol Levels at Broiler Chicken Fat with giving of Shrimp Skin Chitosan that Obtained by Enzymatic Biodegradation

ABSTRACT

Broilers contain high cholesterol levels, broilers and laying eggs contain cholesterol levels reaching ± 200 mg. Shrimp shells waste can be used as a body cholesterol-lowering called chitosan. Chitosan is a compound with a positive electrical charge, can be fused with bile acids that are negatively charged so that it inhibits the absorption of cholesterol, because the fatty substances that entered must be digest and absorbed with the help of bile acids secreted by the liver. This study aims to analyze the reduction of cholesterol levels in broilers fatty with chitosan test shrimp skin from enzymatik biodegradation results. This research was conducted by the experimental method. The degree of deacetylation was analyzed using IR spectroscopy. The results of this study concluded that the characterization of Chitosan showed that Chitosan Skin Shrimp from Enzymatic Biodegradation had a Very Significant Effect on the reduction of cholesterol levels in broilers fatty. Where F count ((85.51)> F table 0.05 (2.77) and 0.01 (4.25)) for Cholesterol Levels Total fat in broiler chickens are decreased.

Keywords: Chitosan, Cholesterol, Broilers, Enzymatic Biodegradation.

SURAT REKOMENDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa penelitian saudara :

Nama : Rizki Amelia Nasution, M.Si
NIP : 198803292019032008
Tempat/tanggal lahir : Padangsidempuan, 29 Maret 1988
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pangkat/Gol : Penata Muda TK.I (III/b)
Unit Kerja : Fakultas Sains dan Teknologi UIN
Sumatera Utara Medan
Judul Penelitian : Reduksi Kadar Kolesterol Pada Lemak Ayam Broiler Dengan Pemberian Chitosan Kulit Udang Yang Diperoleh Secara Biodegradasi Enzimatis

Telah memenuhi syarat sebagai suatu karya ilmiah, setelah membaca dan memberikan masukan saran-saran terlebih dahulu.
Demikian surat rekomendasi ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, Juli 2020 Konsultan



Husnarika Febriani, S.Si., M.Pd
NIP. 19830205 201101 2 008

SURAT REKOMENDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa penelitian saudara :

Nama : Rizki Amelia Nasution, M.Si
NIP : 198803292019032008
Tempat/tanggal lahir : Padangsidempuan, 29 Maret 1988
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pangkat/Gol : Penata Muda TK.I (III/b)
Unit Kerja : Fakultas Sains dan Teknologi UIN
Sumatera Utara Medan
Judul Penelitian : Reduksi Kadar Kolesterol Pada Lemak Ayam Broiler Dengan Pemberian Chitosan Kulit Udang Yang Diperoleh Secara Biodegradasi Enzimatis

Telah memenuhi syarat sebagai suatu karya ilmiah, setelah membaca dan memberikan masukan saran-saran terlebih dahulu.
Demikian surat rekomendasi ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, Juli 2020 Konsultan



Kartika Manalu, M.Pd
NIP. 19841213 201101 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan karunia dan rahmatnya kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul *“Reduksi Kadar Kolesterol Pada Lemak Ayam Broiler Dengan Pemberian Chitosan Kulit Udang Yang Diperoleh Secara Biodegradasi Enzimatik”*.

Tidak lupa pula kami sampaikan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam laporan penelitian ini. Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan Kami berharap semoga laporan ini bermanfaat.

Medan, 10 Juni 2020
Penulis,

Rizki Amelia Nasution, M.Si

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDULvi

LEMBAR PENGESAHANvii

ABSTRAK.....viii

ABSTRACTix

SURAT REKOMENDASIx

SURAT REKOMENDASIxi

KATA PENGANTARxii

DAFTAR ISIxiii

DAFTAR TABELxiv

DAFTAR GAMBAR.....xv

BAB I..... 1

 PENDAHULUAN 1

 I.1 Latar Belakang..... 1

 I.2 Rumusan Masalah 6

 I.3 Hipotesis 6

 I.4 Tujuan Penelitian..... 6

 I.5 Manfaat Penelitian 6

BAB II 7

 TINJAUAN PUSTAKA 7

 2.1 Kulit Udang..... 7

 2.2 Kitin dan Chitosan 8

 2.3 Kolesterol..... 10

 2.4. Enzim Lisozim..... 17

 2.5. Ayam Broiler 18

 2.6. Kolesterol Ayam Broiler..... 19

BAB III 20

 METODE PENELITIAN 20

 3.1 Jenis Penelitian 20

 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 20

 3.3 Alat dan Bahan..... 20

 3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Sampel 21

 3.5 Rancangan Penelitian dan Teknik Analisis Data 27

BAB IV 32

 HASIL DAN PEMBAHASAN 32

 4.1. Hasil Penelitian 32

 4.2. Pembahasan 37

BAB V 42

 KESIMPULAN DAN SARAN 42

 5.1 Kesimpulan..... 42

 5.2. Saran 42

DAFTAR PUSTAKA 43

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Daya Ikat Chitosan Terhadap kolesterol 15

Tabel 4.2 Hasil Skrining Fitokimia..... 30

Tabel 3.1. Tabel Analisis Sidik Ragam 29

Tabel 4.1. Kadar Total Kolesterol pada Lemak Ayam Broiler dengan
Konsentrasi Chitosan (g/ 50 ml) 33

Tabel 4.2. Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Chitosan Hasil
Biodegradasi Enzimatik Terhadap Kadar Kolesterol Lemak Ayam
Broiler (g/50 ml) dari hasil data Total Kadar Kolesterol 34

Tabel 4.3. Uji Beda Rata-rata Kadar Kolesterol total lemak ayam broiler
pada berbagai perlakuan 35

Tabel 4.4. Daya Reduksi Chitosan Hasil Biodegradasi Enzimatik terhadap
Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler dengan Konsentrasi Chitosan 36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Kimia Kitin, Kitosan dan Selulosa 9

Gambar 2.2. Struktur Kolesterol 11

Gambar 2.3 Metabolisme Kolesterol..... 13

Gambar 3.1. Skema Pembuatan Chitosan Kulit Udang secara Biodegradasi Enzimatik 24

Gambar 3.2. Rangkaian Alat Penyerapan Kolesterol..... 25

Gambar 3.3. Bagan Ulangan Percobaan Penyerapan Kolesterol pada Kulit
Ayam Broiler 27

Gambar 4.1. Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler Pada Berbagai
Konsentrasi Chitosan 35

Gambar 4.2. Reaksi Pengikatan Chitosan dengan Kolesterol..... 37

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara produsen udang yang cukup besar di kawasan Asia. Produksi udang Indonesia pada tahun 2004 sekitar 242.560 ton dari luasan tambak udang 380.000 hektar. Produksi udang tersebut sebagian besar diekspor dengan total nilai mencapai US\$ 840,4 juta (Anonim, 2004). Pada tahun 2007 produksi udang adalah sebanyak 318.565 ton. Udang yang di ekspor 2-4 ton perhari menghasilkan limbah udang sebanyak 50-120 kg. Ini berarti limbah udang yang dihasilkan mencapai 2,5-3 % dari total produksi udang beku sehari¹.

Udang yang diekspor sebagian besar dalam bentuk beku tanpa kepala (*headless*) dan kulit (*peeled*). Limbah dari pengolahan udang beku diperkirakan sekitar 60 – 70% dari berat udang (Krissetiana, 2004). Limbah udang mengandung protein sekitar 25 – 40%, kalsium karbonat 45 – 50% dan kitin 15 – 20%, tetapi besarnya kandungan komponen tersebut tergantung jenis udang dan tempat hidupnya².

Udang adalah komoditas andalan sektor perikanan yang umumnya diekspor dalam bentuk beku. Adapun Indonesia merupakan salah satu negara pengeksport udang terbesar di dunia dengan nilai ekspor antara 850 juta sampai 1 miliar dollar AS per tahun. Data Direktorat Jenderal Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan menunjukkan bahwa areal tambak udang nasional pada tahun 2003 seluas 478.847 hektar (ha) dengan volume produksi 191.723 ton atau 400 kilogram (kg) per hektar. Untuk tahun 2004 ditargetkan usaha itu pada areal 328.425 ha dengan produksi 226.553 ton atau 690 kg per hektar. Setahun berikutnya pada areal seluas 397.398 ha dengan produksi 251.599 ton atau hanya 660 kg per hektar. Tahun 2006 seluas 480.850 ha dan 281.901 ton. Tahun 2007 seluas 581.825 ha dan 318.565 ton, tahun 2008 seluas 704.013 ha dengan produksi

¹ Dinas Perikanan Sumut., (2007), *Hasil Perikanan Sumatera Utara*, Dinas Perikanan Sumatera Utara, Medan.

² Marganov, 2003, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*, <http://rudycr.topcities.com/pps70271034/marganof.htm>., 15 Desember 2007.

362.935 ton atau 510 kg per ha, serta tahun 2009 luas areal budidaya udang mencapai 851.852 ha serta volume produksi yang ditargetkan sebanyak 416.616 ton³.

Kulit udang juga mengandung *karotinoid* berupa *astaxantin*, dan merupakan provitamin A untuk pembentukan warna kuning kemerahan. Kandungan protein dan mineral yang cukup tinggi menggambarkan potensi limbah udang dapat dijadikan pakan/imbuan pakan untuk ternak unggas. Namun kendalanya adalah adanya kitin yang menyebabkan protein dan mineral (dalam bentuk kalsium karbonat) terikat sehingga sulit dicerna oleh enzim pencernaan unggas, khususnya ayam broiler.

Ayam Broiler adalah produk peternakan yang sangat menjanjikan prospek agribisnisnya karena daging maupun telurnya sangat digemari mengingat harganya yang relatif dapat dijangkau oleh masyarakat. Keuntungan dari ayam broiler yaitu kadar protein yang cukup tinggi dalam daging dan telurnya sehingga dapat diharapkan untuk pemenuhan perubahan protein hewani pada masyarakat. Dari sisi permintaan dalam struktur konsumsi daging nasional, dari tahun ke tahun peranan daging ayam ras tercatat peningkatannya, dari 13% pada tahun 1970-an menjadi sekitar 60% pada tahun 1990-an. Kemampuan daging ayam ras menggeser daging ruminansia (besar dan kecil) memperlihatkan kecenderungan pasar untuk lebih menyukai “white meat” daripada “red meat”. Namun diketahui juga bahwa daging maupun telur ayam mengandung kadar kolesterol yang tinggi. Daging ayam potong dan petelur mengandung kadar kolesterol mencapai ± 200 mg, dalam 100 gr daging ayam yang telah direbus terdapat 79 mg kolesterol⁴ dan sebutir telur (70)gr mengandung 213 mg kolesterol. Kadar kolesterol darah ayam broiler normal juga tinggi berkisar antara 125-200 mg/100 ml darah⁵. Untuk mengatasi hal ini limbah dari cangkang Crustacea seperti kulit udang dapat dimanfaatkan sebagai bahan yang dapat menurunkan kolesterol karena selain mengandung protein dan mineral, kulit udang juga mengandung kitin yaitu bahan yang bila mengalami deasetilisasi akan menjadi Chitosan. Proses pengolahan limbah udang

³ Dinas Perikanan Sumut., (2019), Hasil Perikanan Sumatera Utara, Dinas Perikanan Sumatera Utara, Medan.

⁴ Almatsier, S., (2001), *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

⁵ Anonim 1, (2007), *Chitosan*, <http://www.anispharmacy.com>, diakses 27 februari 2007.

(ekstraksi kitin dari limbah udang) dapat dilakukan secara kimia melalui tahapan deproteinasi dengan menggunakan basa kuat dan demineralisasi dengan menggunakan asam kuat. Ekstraksi kitin dari limbah udang dapat pula dilakukan secara biologis, yaitu melalui proses fermentasi dengan menggunakan mikroba penghasil enzim lisozim dan kitinase. Pengolahan secara kimiawi dapat dilakukan dalam waktu yang singkat dan sederhana. Namun pengolahan tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu menimbulkan kerusakan lingkungan akibat limbah kimia yang dihasilkan, terjadi korosif yang sangat tinggi dan terjadinya depolimerisasi akibat pemotongan struktur molekul yang berlebihan oleh senyawa kimia yang digunakan pada protein, mineral dan vitamin. Adapun pengolahan secara biologis memerlukan waktu yang cukup lama dan keahlian khusus, namun memiliki beberapa keuntungan yaitu menghasilkan produk dengan kandungan zat makanan yang lebih baik serta ramah lingkungan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam tahapan ekstraksi kitin secara kimiawi dari limbah udang antara lain deproteinasi dengan menggunakan basa kuat⁶, kemudian dilakukan demineralisasi dengan menggunakan asam kuat⁷. Ekstraksi kitin secara biologis dilakukan melalui proses deproteinasi menggunakan enzim protease baik ditambahkan langsung atau enzim yang dihasilkan oleh mikroba selama proses kultivasi dan proses demineralisasi dengan fermentasi asam⁸.

Dalam penelitian ini penambahan enzim lisozim pada kitin dapat menhidrolisis ikatan $\beta(1,4)$ pada senyawa kitin menjadi unit-unit penyusunnya yaitu N-Asetilglukosamin. Sistem enzim yang membantu degradasi kitin di alam meliputi beberapa jenis yaitu kitinase, kitin deasetilase, kitosanase, dan lisozim. Chitosan

⁶ Abun., Balia, R.L., Aisjah, T., dan Darana, S., (2012), *Bioproses Limbah Udang Windu (Penaeus monodon) Melalui Tahapan Deproteinasi dan Mineralisasi untuk meningkatkan Kandungan Gizi Pakan*. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran: Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik: ISSN 1411-0903.

⁷ Cira, L.A., S. Huerta, I. Guerrero, R. Rosas, G.M Hall & K. Shirai. 2000. Scalling up of Lactic Acid Fermentation of Prawn Waste in Packed-Bed Column Reactor for Chitin Recovery. In: *Advan Chitin Sci.*, vol. 4, Peter, M.G., A Domard, and R.A.A. Muzzarelli (eds).

⁸ Lee, V and E. Tan. 2002. *Enzymatic Hydrolisis of Prawn Shell Waste for the Purification of Chitin*. Departement of Chemical Engineering, Loughborough University.

merupakan padatan amorf yang berwarna putih kekuningan dengan rotasi spesifik $[\alpha]_D^{11}$ -3 hingga -10⁰ (pada konsentrasi asam asetat 2%). Chitosan larut pada kebanyakan larutan asam organik pada pH sekitar 4,0, tetapi tidak larut pada pH lebih besar dari 6,5 juga tidak larut dalam pelarut air, alkohol, dan aseton. Dalam asam mineral pekat seperti HCl dan HNO₃, chitosan larut pada konsentrasi 10%. Chitosan tidak larut dalam H₂SO₄ pada konsentrasi 1% sementara pada konsentrasi 0,1% sedikit larut (Sugita dkk, 2009). Chitosan juga merupakan bahan alami yang lebih ramah lingkungan. Keunggulan pengawet alami chitosan dibanding dengan formalin meliputi aspek organoleptik, daya awet, keamanan pangan serta nilai ekonomis⁹.

Makanan yang rasanya enak umumnya bukan termasuk jenis makanan yang sehat. Makanan yang terasa enak (gurih) disebabkan karena di dalam makanan tersebut banyak mengandung lemak, seperti makanan yang berasal dari daging kambing, sapi, ayam, dan lain-lain. Mengonsumsi lemak hewani maupun lemak nabati secara berlebihan bisa menimbulkan obesitas, penyakit jantung, hipertensi, dan lain-lain. Lemak sebenarnya merupakan sumber energi yang paling besar yaitu sekitar 9 kkal/gram dibandingkan karbohidrat dan protein yang hanya berkisar 4 kkal/gram namun dalam proses pembakaran yang terjadi dalam tubuh justru karbohidrat dan protein digunakan terlebih dahulu baru kemudian lemak sehingga jarang sekali tubuh membakar lemak untuk menghasilkan energi¹⁰.

Peningkatan kadar kolesterol didalam tubuh yang melampaui ambang batas normal (200 mg/dl) dapat beraktivitas pada terbentuknya aterosklerosis. Aterosklerosis adalah penebalan pembuluh darah yang dapat mengakibatkan penyempitan bahkan penyumbatan pada arteri sehingga suplai darah ke otot jantung tidak cukup jumlahnya hingga menyebabkan penyakit jantung koroner dan akibatnya bisa fatal. Selain itu kelebihan kolesterol juga dapat menyebabkan pembuluh darah tidak elastis lagi sehingga dapat menimbulkan tekanan darah tinggi. Keadaan ini dapat berbahaya, apalagi bila

⁹Krissetiana, H., (2004), *Khitin dan Chitosan dari Limbah Udang*, <http://www.suaramerdeka.com/harian/ragam4htm>., 27 November 2007.

¹⁰ Soehardi, S., (2004), *Memelihara Kesehatan Jasmani Melalui Makanan*, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.

pembuluh darah pecah terutama pembuluh darah di otak yang dapat mengakibatkan kelumpuhan.

Salah satu upaya untuk menurunkan kadar kolesterol dalam lemak dengan menggunakan biopolimer chitosan. Senyawa ini akan membawa muatan listrik positif, dapat menyatu dengan zat asam empedu yang bermuatan negative sehingga menghambat penyerapan kolesterol, karena zat lemak yang masuk bersama makanan harus dicerna dan diserap dengan bantuan zat asam empedu yang disekresi liver. Dari uraian diatas maka peneliti tertarik untuk meneliti tentang “Reduksi Kadar Kolesterol pada Lemak Ayam Broiler dengan Pemberian Chitosan Kulit Udang yang diperoleh secara Biodegradasi Enzimatik”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah ada pengaruh chitosan yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol pada lemak ayam broiler.
- b. Bagaimana pengaruh chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap daya reduksi.

I.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Hipotesis Nihil (H_0)
Tidak ada pengaruh Chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol pada lemak ayam broiler.
- b. Hipotesis Alternatif (H_a)
Ada pengaruh Chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol pada lemak ayam broiler.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui Pengaruh chitosan yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol pada lemak ayam broiler.
- b. Untuk mengetahui pengaruh chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap daya reduksi.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi kepada Masyarakat bahwa Chitosan dapat dibuat dari limbah kulit udang dan digunakan sebagai bahan alternatif anti kolesterol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Udang

Kulit Udang merupakan sumber potensial pembuatan kitin dan chitosan, yaitu biopolimer yang secara komersil berpotensi dalam berbagai bidang industri. Manfaat kitin dan chitosan di berbagai bidang industri moderen cukup banyak, diantaranya dalam industri farmasi, biokimia, bioteknologi, biomedikal, pangan, gizi, kertas, tekstil, pertanian, kosmetik dan kesehatan¹¹. Udang merupakan salah satu komoditi penting perikanan yang saat ini sedang mengalami produksi, baik diperoleh dari usaha penangkapan di alam maupun dari hasil budidaya. Diantara semua jenis udang hanya beberapa jenis yang telah dikenal karena kelezatannya sebagai makanan.

Kulit udang mengandung Chitosan yang dapat mengikat kolesterol. Kulit udang berpengaruh sangat nyata menurunkan kadar kolesterol darah ayam broiler baik jantan maupun betina. Pengaruh tinggi diperoleh pada pemberian kulit udang dengan konsentrasi 8 gr/kg bb yaitu turun sebanyak 33,56% dari kontrol. Kulit udang juga berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kandungan kolesterol daging ayam broiler yaitu turun sebanyak 49,22%¹².

Menurunnya kadar kolesterol pada daging ayam broiler mungkin disebabkan penurunan kadar lemak-lemak jenuh yang terserap oleh usus akibat kemampuan chitosan dalam mengikat lemak dalam saluran pencernaan sehingga tidak dapat diserap oleh tubuh dan penumpukan kolesterol pada daging menjadi tidak begitu banyak¹³.

¹¹ Marganov, 2003, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*, <http://rudycr.topcities.com/pps70271034/marganof.htm>, 15 Desember 2007.

¹² Habeahan, M., (2003), *Pengaruh Kulit Udang Terhadap Kolesterol Darah dan Daging Ayam Broiler*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan.

¹³ Rismana, E., (2006), *Serat Chitosan Mengikat Lemak* (<http://www.kompas.com/kompas-cetak/0301/09/iptek/60155.htm>).

Di Indonesia saat ini ada sekitar 170 pengolahan udang dengan kapasitas produksi terpasang sekitar 500.000 ton per tahun. Dari proses pembekuan udang (cold storage) dalam bentuk udang beku headless atau peeled untuk ekspor, 60-70 persen dari berat udang jadi limbah (bagian kulit dan kepala). Diperkirakan, dari proses pengolahan oleh seluruh unit pengolahan yang ada, akan dihasilkan limbah sebesar 325.000 ton per tahun. Limbah sebanyak itu, jika tidak ditangani secara tepat, akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sebab limbah tersebut dapat meningkatkan *biological oxygen demand* dan *chemical oxygen demand*. Sedangkan selama ini pemanfaatan limbah kulit udang hanya terbatas untuk campuran pakan ternak saja, seperti itik, bahkan sering dibiarkan membusuk.

Ada peluang besar dalam inovasi pengolahan limbah kulit udang yang berbasis bioindustri perikanan dan kelautan. Sebab, limbah tersebut merupakan sumber potensial pembuatan kitin dan khitosan, yakni biopolimer yang secara komersial potensial dalam berbagai bidang dan industri.

2.2 Kitin dan Chitosan

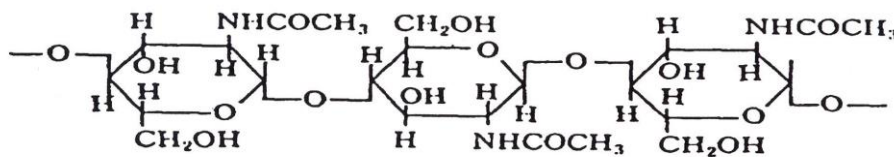
Kitin dan chitosan merupakan bahan dasar dalam bidang biokimia, enzimologi, obat-obatan, pertanian, pangan gizi, mikrobiologi, pertanian, industri membran (film), tekstil, kosmetik, dan lain sebagainya. Di luar negeri, teknologi pengolahan limbah kulit udang ini sudah sangat maju sehingga mereka mampu menghasilkan produk chitosan dengan berbagai variasi dan kegunaan.

Struktur kitin pada limbah udang sama dengan selulosa, dengan ikatan yang terjadi antara monomernya terangkai dengan glukosida pada posisi β (1-4). Perbedaan dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon nomor dua, digantikan oleh gugus asetamina ($-NHCOCH_3$) pada kitin sehingga kitin menjadi sebuah polimer berunit N-Asetil glukosamin. Kitin merupakan makromolekul berbentuk padatan amorf, dan dapat terurai melalui proses kimiawi (asam kuat dan basa kuat) ataupun biologis (*biodegradable*) terutama oleh mikroba penghasil enzim lisozim dan kitinase.

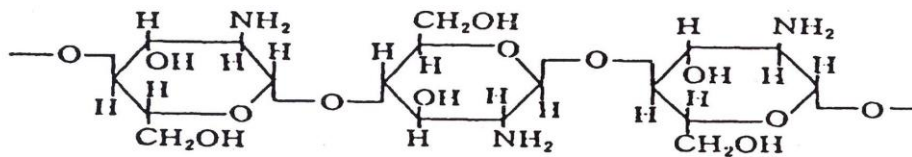
Chitosan merupakan turunan dari kitin dimana kitin banyak ditemukan pada arthropoda yang krustaceae (memiliki kerangka luar) seperti kepiting, kepiting dan

lobster. Kitin yang terdapat pada kulit atau cangkang ini masih terikat, dengan mengalami deasetilasi berubah menjadi chitosan yang mampu mengikat kolesterol dan dapat dimanfaatkan sebagai pengawet. Chitosan adalah polimer dengan monomernya adalah heksosa yang memiliki radikal – radikal seperti NH_2 , CH_2OH , OH , CO , CH_3 bila dipanaskan akan mengalami dekomposisi tanpa memperlihatkan titik didih (Hawab, 2001). Chitosan merupakan senyawa dengan rumus kimia poli(2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa) yang dapat dihasilkan dengan proses hidrolisis kitin menggunakan basa kuat. Saat ini terdapat lebih dari 200 aplikasi dari kitin dan kitosan serta turunannya di industri makanan, pemrosesan makanan, bioteknologi, pertanian, farmasi, kesehatan, dan lingkungan.

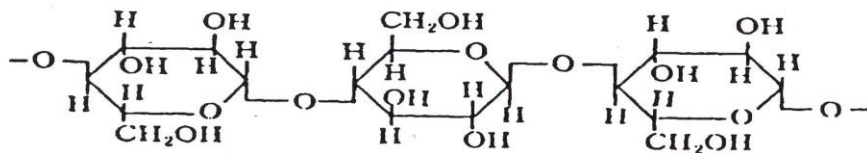
Chitin



Chitosan



Cellulose



Gambar 2.1. Struktur Kimia Kitin, Kitosan dan Sellulosa¹⁴.

Kulit udang jenis udang windu mengandung zat kitin sekitar 99,1 persen (paling besar dari jenis udang lainnya). Dengan teknologi sederhana dan bahan-bahan yang

¹⁴ Anonim 1, (2007), *Chitosan*, <http://www.anispharmacy.com>, diakses 27 februari 2007.

cukup murah, serta mudah didapatkan di dalam negeri, dalam proses pengolahan limbah kulit udang tersebut akan dihasilkan kitin dan chitosan yang cukup berkualitas. Dari sifat kimia chitosan merupakan polimer-polimer berbentuk linear, mempunyai gugus amino aktif dan mempunyai kemampuan mengikat beberapa logam dan secara biologi chitosan bersifat :

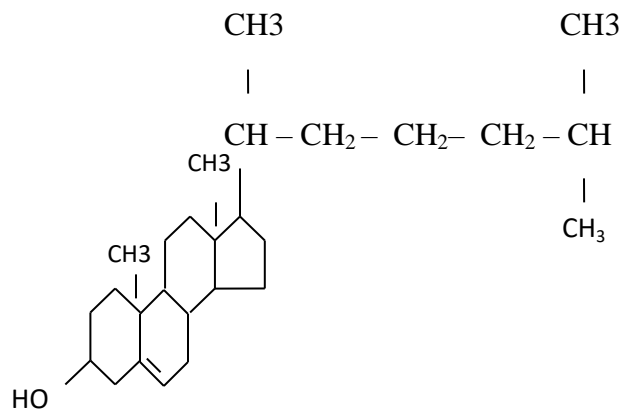
1. Bersifat biokompatibel, artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, tidak beracun, tidak dapat dicerna, dan mudah diuraikan melalui mikroba
2. Dapat berikatan dengan sel mamalia dan mikroba secara agresif
3. Berperan dalam meningkatkan pembentukan tulang
4. Bersifat hemostatik, fungistatik, spermisidal, anti tumor, dan anti kolesterol
5. Bersifat sebagai depresan pada sistem saraf pusat¹⁵.

2.3 Kolesterol

Kolesterol adalah lemak berwarna kekuningan dan berupa seperti lilin (wax) yang diproduksi oleh tubuh kita, terutama di dalam liver (hati). Kolesterol merupakan suatu kombinasi dari asam lemak dan alkohol yang ditemukan di dalam semua jaringan tubuh, khususnya dalam hepar, darah, otak. Dan jaringan tubuh. Kolesterol adalah salah satu sterol yang penting dan terdapat banyak di alam. Dari semua proses kolesterol dapat dilihat bahwa gugus hidroksil yang terdapat pada atom C nomor 3 mempunyai posisi β oleh karena dihubungkan dengan garis penuh. Struktur kolesterol terlihat pada gambar di bawah ini¹⁶ :

¹⁵Rismana, E., (2007), *langsing dan Sehat lewat Limbah Perikanan*, <http://www.sinarharapan.co.id/berita/0110/22/ipt02html>, diakses 24 Februari 2007.

¹⁶ Haslet, L., (2007), *Kolesterol Yang Perlu Anda Ketahui*, Megapoin, Jakarta.



Gambar 2.2. Struktur Kolesterol¹⁷.

Kolesterol merupakan komponen essensial membran struktural semua sel dan merupakan utama sel otak dan sel saraf. Kolesterol di dalam tubuh terutama diperoleh dari hasil sintesis di dalam hati. Bahan bakunya diperoleh dari karbohidrat, protein dan lemak. Jumlah yang disintesis bergantung pada kebutuhan tubuh dan jumlah yang diperoleh dari makanan. Kolesterol dalam konsentrasi tinggi terdapat dalam jaringan kelenjar dan di dalam hati. Kolesterol merupakan bahan antara pembentukan jumlah steroid penting, seperti asam empedu, asam kolat, hormon-hormon adrenal korteks, estrogen, androgen, dan progesteron¹⁸.

Kolesterol di dalam tubuh mempunyai fungsi ganda, yaitu di satu titik diperlukan dan di sisi lain dapat membahayakan bergantung berapa banyak di dalam tubuh dan di bagian mana kolesterol dihasilkan oleh hati dan merupakan beberapa komponen lemak yang terdapat di dalam darah dan tisu manusia. Tubuh perlu membina sel-sel membran, sebagai lapisan perlindungan pada serat saraf, serta untuk menghasilkan vitamin D dan beberapa hormon. Paras kolesterol yang tinggi dikaitkan pembentukan plak di sepanjang saluran darah. Pembentukan plak yang berterusan boleh menyekat kelancaran peredaran

¹⁷ Mark, S., (2001), *Biokimia Kedokteran Dasar*, EGC, Jakarta

¹⁸ Haslet, L., (2007), *Kolesterol Yang Perlu Anda Ketahui*, Megapoin, Jakarta.

darah. Bergantung juga saluran darah mana yang tersekat, ia boleh mengakibatkan serangan jantung atau stroke¹⁹.

Tubuh memerlukan kolesterol dalam jumlah yang kecil untuk memproduksi hormon lain yang dihasilkan oleh kelenjar, Vitamin D, dan garam empedu dan cairan empedu. Kadar kolesterol darah yang normal berkisar 150-250 mg % dan nilai kolesterol darah yang ideal adalah 200 mg % kolesterol disintesa oleh tubuh dalam jumlah yang cukup²⁰. Kolesterol dalam darah berasal dari 2 sumber yaitu diet atau kolesterol eksogen dan hasil sintesis dalam tubuh atau kolesterol endogen. Hanya sekitar 25-50 % kolesterol dari diet yang dapat diabsorpsi, selebihnya dibuang melalui tinja. Jika masukan kolesterol meningkat, sintesis kolesterol akan ditekan²¹.

Namun demikian telah diketahui juga bahwa daging maupun telur ayam mengandung kadar kolesterol mencapai ± 200 mg²², dalam 100 gr daging ayam yang telah direbus terdapat 79 mg kolesterol²³ dan sebutir telur (70) gr mengandung 213 mg kolesterol.

2.3.1 Metabolisme Kolesterol

Kolesterol terkemas dalam kilomikron di usus dan dalam lipoprotein berdensitas sangat rendah (VLDL) di hati. Kolesterol diangkat lewat darah dalam partikel-partikel lipoprotein tersebut yang juga mengangkut triasilgliserol. Kolesterol yang mengalir didalam darah dalam bentuk lipoprotein, berfungsi sebagai komponen stabilisasi membran sel dan sebagai prekursor garam empedu serta hormon steroid prekursor kolesterol diubah menjadi ubikoinon dolikol, dan di kulit menjadi kolekalsiferol yaitu bentuk aktif Vit D. Kolesterol yang diperoleh dari makanan atau disintesa melalui jalur yang terdapat pada hampir semua sel tubuh terutama di sel hati dan usus²⁴.

¹⁹ Muray, K.R. dan Graner, K.D., (1999), *Biokimia Harper*, Edisi ke 22, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

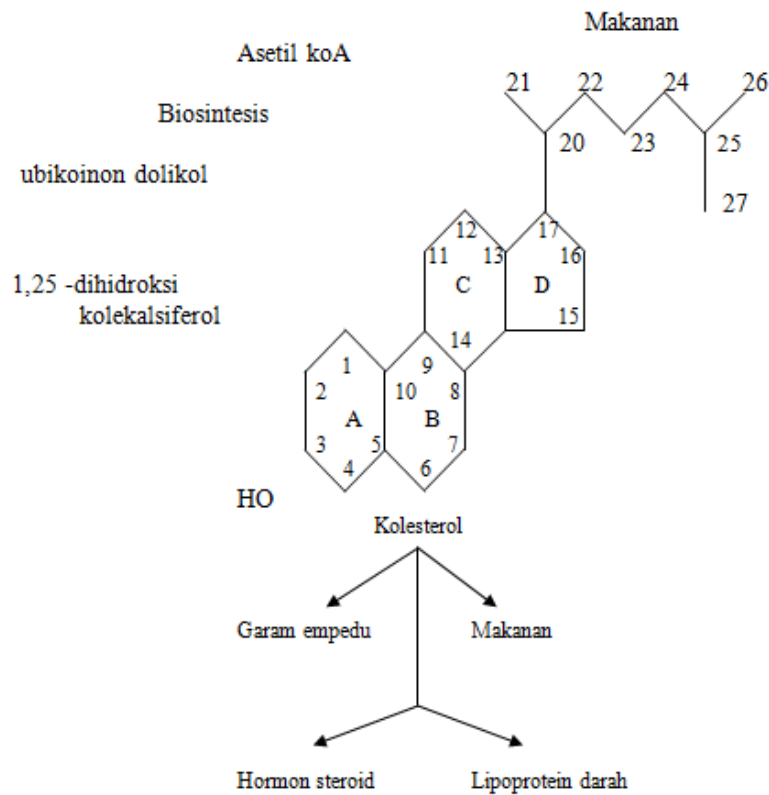
²⁰ Soehardi, S., (2004), *Memelihara Kesehatan Jasmani Melalui Makanan*, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.

²¹ Nurachmah, E., (2001), *Nutrisi Dalam Keperawatan*, Penerbit Sagung Setom, Jakarta.

²² Anonim 2, (2007), *Kolesterol*, <http://www.jakarta.go.id/jakpus/ternak/datsu.htm>, diakses 24 Mei 2007.

²³ Almatier, S., (2001), *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

²⁴ Mark, S., (2001), *Biokimia Kedokteran Dasar*, EGC, Jakarta



Gambar 2.3 Metabolisme Kolesterol²⁵

Kolesterol merupakan senyawa steroid yang paling dikenal karena berkaitan dengan Aterosklerosis. Namun demikian, kolesterol secara biokimiawi mempunyai peran penting sebagai prekursor sejumlah senyawa steroid lain yang sama pentingnya seperti : asam empedu, hormon korteks adrenal, hormon seks, vitamin D, glikosida kardiak, dan pada tumbuhan dikenal sitosterol dan beberapa alkaloid.

Kolesterol menjadi komponen struktural penting yang membentuk membrane sel dan lapisan eksternal lipoprotein plasma. Lipoprotein menmgangkut kolesterol bebas dalam darah. Ester kolesteril yang banyak terdapat dalam jaringan tubuh merupakan bentuk simpanan kolesterol. Dalam jaringan tubuh LDL berperan sebagai perantara dalam pengambilan kolesterol dan ester kolesteril. Kolesterol bebas dikeluarkan dari jaringan oleh HDL untuk diangkut ke

²⁵ Mark, S., (2001), *Biokimia Kedokteran Dasar*, EGC, Jakarta

dalam hati dan diubah menjadi asam empedu. Kolesterol pula yang menjadi unsur utama pembentukan batu empedu.

Aterosklerosis karena kolesterol ini dipahami karena makin banyaknya kasus gejala ini, bahkan menyebabkan fatal bagi penderitanya. Aterosklerosis dapat terjadi pada pembuluh serobrovaskuler, vaskular perifer, dan koroner pada jantung. Aterosklerosis koroner banyak berkaitan dengan rasio kolesterol dari LDL : HDL yang tinggi pada plasma darah²⁶.

Apapun yang menyebabkan peningkatan kadar lipoprotein yang kaya ester kolesterol (apakah sisa dari kilomikron, IDL, maupun LDL) dapat dipastikan akan memperbesar kemungkinan terjadinya aterosklerosis. Sebenarnya proses pengambilan LDL adalah sesuatu yang normal untuk memberikan kolesterol bagi jaringan ekstrahepatik. Dalam jaringan ekstrahepatik ini kolesterol akan dihidrolisis oleh enzim lipase yang ada dalam lisosom sel. Kolesterol yang diperoleh dengan cara ini akan menekan pembentukan (sintesis) kolesterol baru dalam sel. Namun, bila pasokan LDL terus berlangsung melebihi kebutuhan (karena pola makan yang berlebihan atau keliru), sel akan mengeluarkan kelebihan kolesterolnya dan akan dibawa oleh HDL untuk dihancurkan dalam hati. Karena itu peningkatan jumlah kolesterol total dalam HDL dan pengurangan kolesterol dalam LDL berguna sebagai terapi penurunan resiko aterosklerosis. Kolesterol berasal dari makanan dan hasil biosintesis dalam sel yaitu bagian retikulum endoplasma dan sitosol sel.

2.3.2 Mekanisme kerja Pengikatan Chitosan Terhadap Kolesterol

Mekanisme pengikatan lemak oleh chitosan belum dimengerti secara utuh dan menyeluruh. Tetapi, sejumlah pengamatan penelitian mendukung terjadinya dua mekanisme dasar pengikatan yaitu :

1. Melibatkan tarik menarik dua muatan yang berbeda (berlawanan) layaknya tarikan kutub-kutub magnet. Jadi, chitosan yang mempunyai gugus-gugus bermuatan positif akan menarik muatan negatif dari asam-asam lemak dan membentuk ikatan yang tidak bisa dicerna.
2. Penetralkan muatan, dalam hal ini chitosan akan menyelubungi sisi aktif lemak melindungi dari serangan dan penguraian enzim.

²⁶Siswono, (2001), *Bahaya Dari Kolesterol Tinggi*, (<http://www.gizi.net/cgibin/berita/fullnews.cgi?nemsid997059568,35248>), Diakses 24 Mei 2007.

3. Chitosan akan mengikat pada suasana asam dengan pH 1-2. Di dalam lambung ayam pHnya juga sekitar 1-2, jadi kemungkinan dalam lambung, chitosan sudah mengikat kolesterol dan asam-asam lemak jenuh pada pakan sehingga tidak lagi diserap oleh usus halus. Kolesterol keluar bersama chitosan, karena chitosan sifatnya sama seperti serat kasar yaitu tidak dapat dicerna dan tidak diserap oleh usus halus.

Sekarang ini chitosan juga dapat ditemukan dalam bentuk serbuk. Setiap 150 mg serbuk chitosan yang dicampur 10 mg kolesterol dapat mengikat 18,06% kolesterol²⁷. Kelebihan kolesterol akan diangkut kembali oleh lipoprotein yang disebut HDL (High Density Lipoprotein) untuk dibawa ke hati yang selanjutnya akan diuraikan lalu dibuang ke dalam kandung empedu sebagai asam (cairan) empedu. LDL mengandung lebih banyak lemak daripada HDL sehingga ia akan mengambang di dalam darah. Protein utama yang membentuk LDL adalah Apo-B (apolipoprotein-B). LDL dianggap sebagai lemak yang "jahat" karena dapat menyebabkan penempelan kolesterol di dinding pembuluh darah. Sebaliknya HDL disebut sebagai lemak yang baik karena dalam operasinya ia membersihkan kelebihan kolesterol dari dinding pembuluh darah dengan mengangkutnya kembali ke hati. Protein utama yang membentuk HDL adalah Apo-A (apolipoprotein). HDL ini mempunyai kandungan lemak lebih sedikit dan mempunyai kepadatan tinggi atau lebih berat²⁸.

Daya ikat ini bisa ditingkatkan jika ratio chitosan juga ditingkatkan. Berikut ini merupakan tabel daya ikat chitosan terhadap kolesterol :

Table 2.1. Daya Ikat Chitosan Terhadap kolesterol²⁹

Ratio	Bobot	Daya Ikat Chitosan
Campuran	Chitosan/ Kolesterol	terhadap kolesterol (%)
5/1	50 mg/10mg	12,50

²⁷Hawab. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

²⁸Muray, K.R. dan Graner, K.D., (1999), *Biokimia Harper*, Edisi ke 22, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

²⁹Hawab. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

10/1	100mg/10mg	15,52
15/1	150mg/10mg	18,06

Chitosan memiliki beberapa kebaikan atau manfaat bagi tubuh yakni³⁰ :

- Chitosan dapat mengurangi lemak-lemak dari makanan
- Chitosan dapat menurunkan LDL (Low Density Lipoprotein) dan meningkatkan HDL (High Density Lipoprotein) di dalam serum darah.
- Chitosan mampu menurunkan tingkat kolesterol dalam serum darah dengan efektif dan tanpa menimbulkan efek samping.
- Chitosan dapat melawan asam berlebihan yang dikeluarkan dalam perut/ usus.

Dalam suatu pengujian uji klinik diberitahukan bahwa kadar kolesterol berkurang hingga 32%, setelah menggunakan chitosan selama 5 minggu. Selain itu, konsentrasi kolesterol HDL meningkat 7,5% sementara kandungan trigliserida berkurang hingga 18%³¹.

2.4.1. Tahap Pembuatan Chitosan³²

Adapun teknologi pengolahan tersebut dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

- Demineralisasi. Limbah cangkang udang dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering, kemudian dicuci dalam air panas dua kali lalu direbus selama 10 menit. Tiriskan dan keringkan. Bahan yang sudah kering lalu digiling sampai menjadi serbuk ukuran 40-60 mesh. Kemudian dicampur asam klorida 1 N (HCl 1 N) dengan perbandingan 10 : 1 untuk pelarut dibandingkan dengan kulit udang, lalu diaduk merata sekitar 1 jam. Biarkan sebentar, kemudian panaskan pada suhu 90°C selama satu jam. Residu berupa padatan dicuci dengan air sampai pH netral dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam atau dijemur sampai kering.

³⁰Rismana, E., (2006), *Serat Chitosan Mengikat Lemak* (<http://www.kompas.com/kompas-cetsk/0301/09/ipetek/60155.htm>).

³¹Anonim 2, (2007), *Kolesterol*, <http://www.jakarta.go.id/jakpus/ternak/datsu.htm>, diakses 24 Mei 2007.

³²Anonim 1, (2007), *Chitosan*, <http://www.anispharmacy.com>, diakses 27 februari 2007.

- b. Deproteinasi. Limbah udang yang telah dimineralisasi dicampur dengan larutan sodium hidroksida 3,5 persen (NaOH 3,5 persen) dengan perbandingan antara pelarut dan cangkang udang 6 : 1. Aduk sampai merata sekitar 1 jam. Selanjutnya biarkan sebentar, lalu dipanaskan pada suhu 90°C selama satu jam. Larutan lalu disaring dan didinginkan sehingga diperoleh residu padatan yang kemudian dicuci dengan air sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu 80°C selama 24 jam atau dijemur sampai kering.
- c. Deasetilasi kitin menjadi khitosan. Khitosan dibuat dengan menambahkan sodium hidroksida (NaOH) 50 persen dengan perbandingan 20 : 1 (pelarut dibanding kitin). Aduk sampai merata selama 1 jam dan biarkan sekitar 30 menit, lalu dipanaskan selama 90 menit dengan suhu 140°C. Larutan kemudian disaring untuk mendapatkan residu berupa padatan, lalu dilakukan pencucian dengan air sampai pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven suhu 70°C selama 24 jam atau dijemur sampai kering. Bentuk akhir dari khitosan bisa berbentuk serbuk maupun serpihan.

Untuk ekstraksi kitin dari limbah cangkang udang rendemennya sebesar 20 persen, sedangkan rendemen khitosan dari kitin yang diperoleh adalah sekitar 80 persen. Maka dari itu, dengan mengekstrak limbah cangkang udang dengan mengacu pada kapasitas produksi terpasang udang nasional sekitar 500.000 ton per tahun yang masih bisa ditingkatkan dari seluruh unit pengolahan udang yang tersebar di Indonesia yang mampu menghasilkan limbah sebanyak 325.000 ton per tahun, maka akan diperoleh kitin sekitar 65.000 ton per tahun yang apabila diproses lagi akan diperoleh khitosan sekitar 52.000 ton per tahun.

2.4. Enzim Lisozim

Sistem enzim yang membantu degradasi kitin meliputi beberapa jenis yaitu kitinase, kitin deasetilase, kitosanase, dan lisozim. Masing-masing enzim memiliki fungsi yang berbeda dalam proses degradasi kitin. Kitinase berfungsi memecah kitin menjadi oligomer-oligomernya, sedangkan kitin deasetilase berfungsi mendeasetilasi kitin menjadi kitosan. Kitosanase berfungsi memecah kitosan menjadi oligomer-oligomernya dan lisozim berfungsi memecah ikatan antara GlcNAc dan N-asetil muramat pada dinding sel jamur.

Enzim mampu mempercepat reaksi 10^{12} - 10^{20} kali lebih cepat dari reaksi kimia biasanya yang tidak menggunakan enzim serta mempunyai efisiensi katalisis yang tinggi. Sebuah molekul enzim mampu menguraikan 10.000 sampai satu juta substrat per menit.

Lisozim merupakan enzim yang berukuran relatif kecil, yaitu terdiri dari 129 asam amino dan mempunyai berat molekul 14.600, mempunyai residu terminal aminolisin dan residu terminal karboksil leusin. Bagian dalam enzim bersifat polar, sehingga dapat larut dalam air.

Lisozim adalah enzim yang menghidrolisis ikatan antara N-asetilglukosamin dan N-asetilmuramat peptidoglikan pada dinding sel bakteri, hidrolisis ini dapat menyebabkan dinding sel pecah dan biasanya diikuti oleh lisis sel. Enzim lisozim menghidrolisis polisakarida dalam dinding sel bakteri. Secara alami enzim lisozim terdapat dalam beberapa hasil sekresi binatang, seperti air mata dan susu. Enzim tersebut paling mudah ditemukan dalam putih telur. Lisozim dinamakan demikian karena dapat melarutkan dinding sel bakteri, dan karenanya berfungsi sebagai agen bakterisidal³³.

Suhu optimum lisozim putih telur adalah 55° C dan pH optimum adalah 6,2. Keadaan optimum adalah keadaan dimana enzim menunjukkan aktifitasnya yang tertinggi. Tiap enzim mempunyai sisi katalitik yang mengikat substrat, yaitu molekul yang menjadi objek kerja enzim. Polisakarida bakteri merupakan substrat lisozim, yang mengisi dengan tepat celah katalitik ini, selama aksi katalitik enzim³⁴.

2.5. Ayam Broiler

Ayam broiler merupakan salah satu jenis unggas penghasil daging yang unggul. Pertumbuhannya sangat cepat sejak usia satu minggu hingga lima minggu. Pada saat berusia tiga minggu tubuhnya sudah gempal dan padat, ayam broiler yang berumur enam minggu sudah sama besarnya dengan ayam kampung dewasa, dan bila dipelihara hingga berusia 8 minggu bobotnya dapat mencapai 2 kg³⁵.

Produktivitas ayam broiler dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain genetik, iklim, nutrisi dan faktor penyakit. Keunggulan ayam broiler akan terbentuk bila didukung oleh lingkungan, karena sifat genetik saja tidak menjamin keunggulan tersebut dapat timbul. Ayam broiler akan nyaman hidup dan memproduksi pada suhu lingkungan 18-21 °C. Namun kita ketahui bahwa suhu di Indonesia lebih panas sehingga memungkinkan ayam mengurangi konsumsi

³³ A., Lehninger. 2008. Dasar-Dasar Biokimia, terj. Maggy Thenawidjaja. Jakarta: Erlangga.

³⁴ _____. 2008. Dasar-Dasar Biokimia, terj. Maggy Thenawidjaja. Jakarta: Erlangga.

³⁵ Hawab. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

ransum dan lebih banyak minum. Dengan demikian, faktor ransum menyangkut kualitas dan kuantitasnya sangat menentukan terhadap produktivitas ternak. Pertumbuhan yang cepat tidak akan timbul bila tidak didukung dengan ransum yang mengandung nutrisi yang lengkap dan seimbang (asam amino, asam lemak, mineral dan vitamin) sesuai dengan kebutuhan ayam. Bila faktor suhu dan ransum sudah teratasi maka faktor manajemen perlu diperhatikan pula. Ayam broiler perlu dipelihara dengan teknologi yang dianjurkan oleh pembibit untuk mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan³⁶.

2.6. Kolesterol Ayam Broiler

Kandungan lemak dalam daging ayam adalah 25%. Biasanya semakin bertambah umur, kadar lemaknya semakin tinggi. Lemak ini terutama terdapat pada kulit daging. Kulit daging ayam mengandung kolesterol cukup tinggi yaitu 120 mg/gr. Sedangkan daging ayam yang telah dibuang kulitnya mengandung kolesterol sebanyak 78 mg/gr. Kadar kolesterol darah ayam broiler normal berkisar antara 125-200 mg/100 ml darah³⁷.

Kandungan kolesterol yang tinggi pada ayam broiler akan berdampak terhadap kesehatan konsumen, sehingga pada saat ini dibutuhkan ayam broiler yang terjamin kadar kolesterolnya dan ditambah pula dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk peternakan yang aman khususnya produk ayam broiler. Keadaan permintaan pasar seperti itulah yang menjadikan perlunya suatu penelitian yang menghasilkan daging ayam broiler dengan kandungan kolesterol rendah.

Dalam 100 gr daging ayam broiler terkandung 60 gr kolesterol dan dalam 100 gr telur didapatkan 550 gr kolesterol. Memakan dua butir telur sehari didapat 400 gr kolesterol, lebih dari itu kolesterol dalam telur berguna untuk membentuk garam-garam empedu yang diperlukan bagi pencernaan lemak yang berasal dari pangan dan diperlukan sebagai komponen pembentukan hormon seksual. Tubuh kita membutuhkan kolesterol cukup besar yaitu 1.000 sampai dengan 1.500 gr sehari³⁸.

³⁶ Habeahan, M., (2003), *Pengaruh Kulit Udang Terhadap Kolesterol Darah dan Daging Ayam Broiler*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan.

³⁷ Anonim 2, (2007), *Kolesterol*, <http://www.jakarta.go.id/jakpus/ternak/datsu.htm>, diakses 24 Mei 2007.

³⁸ _____, (2007), *Kolesterol*, <http://www.jakarta.go.id/jakpus/ternak/datsu.htm>, diakses 24 Mei 2007.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekperimental dan penelitian ini bertujuan untuk melihat aktivitas dari chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap reduksi kadar kolesterol lemak ayam broiler dengan penggunaan alat pengukur yaitu Spektroskopi IR (untuk menganalisis Derajat deasetilasi Chitosan).

Variabel bebas pada penelitian ini adalah ekstrak daun pirdot (*Saurauia vulcani* Korth.) sedangkan variabel terikatnya adalah bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Biokimia jurusan Biologi FMIPA Unimed dan di Laboratorium Farmasi Universitas Sumatera Utara.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-Desember 2019

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan selama penelitian adalah untuk pembuatan chitosan digunakan beaker glass, pengaduk, penangas air bertermostat, blender dan Oven dan untuk pemeriksaan kadar kolesterol digunakan tabung reaksi 12 buah, beaker glass 100 ml 1 buah, gelas ukur 200 ml 3 buah, pipet volume 1 buah, mortar 2 buah, centrifuge 1 buah, Spektroskopi IR (untuk menganalisis Derajat deasetilasi Chitosan) dan spektrofotometer (untuk menganalisis kadar kolesterol pada lemak ayam broiler).

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang dipakai selama penelitian adalah untuk pembuatan chitosan dipakai kulit udang 1,5 kg, NaOH 3,5%, HCl 2 N, NaOCl 0,5%, Aseton, Aquades, buffer glisin, kertas

lakmus, HCl 0,1 N dan putih telur sebagai Enzim lisozim dan untuk pemeriksaan kadar kolesterol dipakai 4 kg (50 ml tiap sampel) lemak ayam broiler yang diperoleh dari pasar tradisional dan chitosan yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik.

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Sampel

3.4.1 *Penyiapan Bahan Citosan*

Penyiapan bahan tumbuhan meliputi pengumpulan bahan pembuatan chitosan, lemak ayam broiler, pembuatan chitosan secara biodegradasi enzimatik, Analisis Chitosan dan perlakuan chitosan terhadap penurunan kadar kolesterol lemak ayam broiler.

3.4.2 *Pembuatan Chitosan secara Biodegradasi Enzimatik*

3.4.2.1. Isolasi Kitin³⁹

Proses isolasi kitin dilakukan melalui tiga tahap yaitu : Deproteinasi yaitu pemisahan protein dari kitin, Demineralisasi yaitu tahap pemisahan mineral, dan Depigmentasi yaitu tahap pemutihan hasil.

1. *Deproteinasi*

Sebanyak 2,5 kg kulit udang ditempatkan dalam satu beaker glass yang dilengkapi dengan pengaduk, termometer, penangas air bertermostat. Kemudian ditambahkan 2,5 liter NaOH 3,5%. Dibiarkan selama 2 jam pada suhu 65°C. Dilakukan pemisahan antara residu dan filtrat hasil penyaringan. Residunya dicuci dengan aquades hingga pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Diperoleh kitin kasar yang berwarna kuning kemerahan.

2. *Demineralisasi*

Kitin kasar hasil pemisahan protein ditempatkan dalam beaker glass yang dilengkapi dengan pengaduk, termometer, dan penangas air bertermostat. Kemudian ditambahkan HCl 2 N dengan perbandingan 1 : 8 (w/v) selama 48 jam. Proses ini dilakukan pada suhu kamar, lalu dilakukan

³⁹Hendri, J., 2003. *Pembuatan N-Asetilglukosamin Secara Enzimatik Berbahan Baku Kulit Udang dan Kepiting*. Jurusan Kimia Fmipa Universitas lampung.

penyaringan dan pemisahan residu dan filtrat. Residunya dicuci dengan aquades sampai pH netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C. Diperoleh kitin kasar berwarna kuning kemerahan.

3. Depigmentasi

Kitin kasar hasil demineralisasi diekstraksi dengan aseton dengan perbandingan 1 : 10 (w/v) secara soxhletasi. Residunya diputihkan dengan NaOCl 0,5% selama 10 menit pada suhu kamar, kemudian residunya dicuci dengan aquades sampai pH netral, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C. Diperoleh kitin berupa serbuk agak halus berwarna putih.

4. Pemberian enzim lisozim

Sampel chitosan hasil degradasi kimiawi diambil sebanyak 200g dan ditambahkan 2 liter enzim lisozim dari putih telur. Campuran diinkubasi selama 20 jam enzim dengan suhu 55°C. Lalu diletakkan dalam *waterbath* selama 45 menit dengan suhu 70°C. Setelah itu, dilarutkan masing-masing ke dalam air dan HCl 0,1 N hingga jenuh. Campuran disentrifugasi selama 5 menit dan disaring. Filtrat dikeringkan dengan menggunakan *freeze dried*. Kemudian dihasilkan serbuk chitosan hasil biodegradasi enzimatik⁴⁰.

3.4.3. Analisis Chitosan

3.4.3.1. Analisis Kadar Air Secara Gravimetri

Dilakukan penimbangan terhadap botol timbang yang hendak dipakai, kemudian dimasukkan chitosan hasil biodegradasi enzimatik dari kulit udang dengan berat 2 g. Dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C sampai beratnya tetap (kurang lebih selama 3 jam), kemudian didinginkan dalam deksikator, ditimbang dan di hitung.

$$\text{Perhitungan : Kadar air} = \frac{x - y}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

x : berat cuplikan mula-mula (gram)

y : berat cuplikan kering (gram)

⁴⁰Hendri, J., 2003. *Pembuatan N-Asetilglukosamin Secara Enzimatik Berbahan Baku Kulit Udang dan Kepiting*. Jurusan Kimia Fmipa Universitas lampung.

3.4.3.2. Analisis Kadar Abu Secara Gravimetri

Cawan pengabuan disiapkan untuk pengabuan. Cawan ditimbang, kemudian dibakar dalam tanur, didinginkan dalam deksikator dan ditimbang kembali. Dimasukkan sejumlah chitosan yang telah ditimbang ke dalam cawan tersebut, kemudian dibakar di dalam tanur pengabuan sampai didapat abu berwarna putih. Pengabuan ini dilakukan pada suhu 600-700⁰ C selama 6 jam selanjutnya dilakukan penghitungan.

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat Sampel

b = Berat akhir

3.4.4. Pengukuran Spektroskopi IR

Chitosan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui Derajat Deasetilasi (DD). Untuk menentukan DD digunakan metode garis oleh Moore dan Robert, seperti ditunjukkan dalam persamaan (1). kemudian ditentukan spektrumnya⁴¹.

$$DD = \left[1 - \left(\frac{A_{1588}}{A_{3410}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\%$$

Keterangan :

A = log(Po/P) = absorbansi, Dengan Po = % transmitans pada garis dasar, P= % transmitans pada puncak minimum

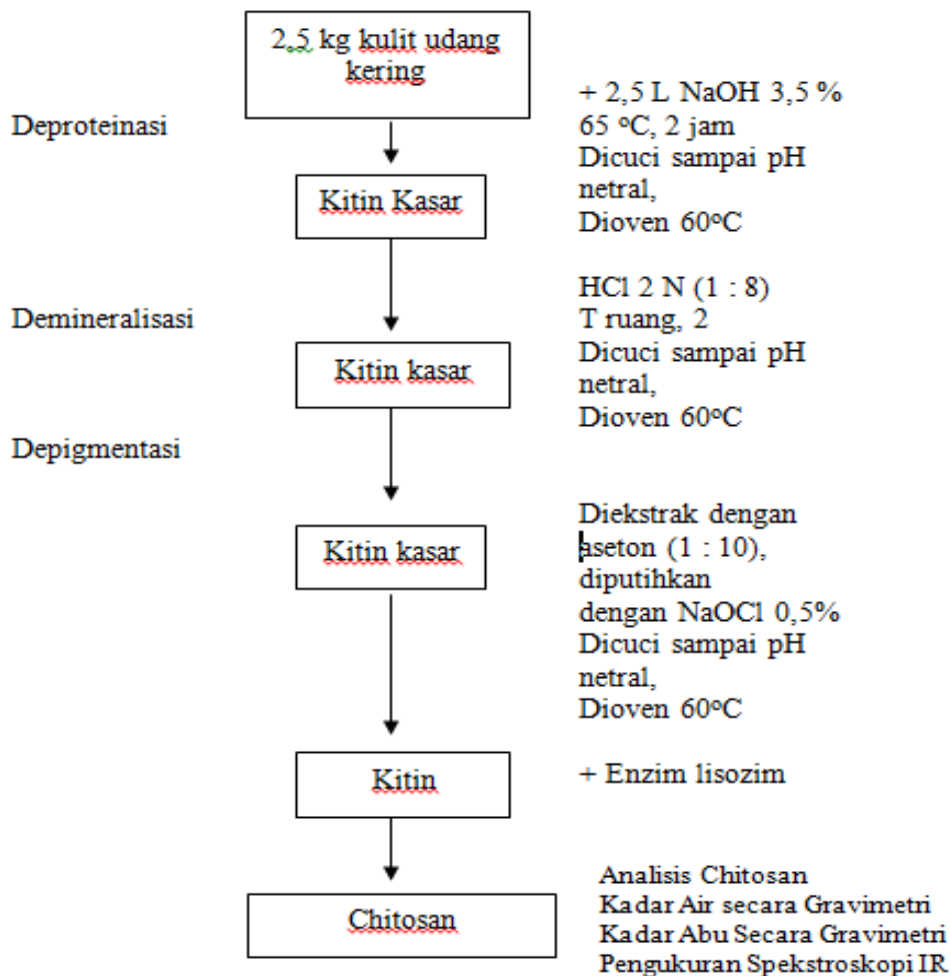
A₁₅₈₈ = Absorbansi pada panjang gelombang 1588 cm⁻¹ untuk serapan gugus amida/asetamida (CH₃CONH⁻)

A₃₄₁₀ = Absorbansi pada panjang gelombang 3410 cm⁻¹ untuk serapan gugus

⁴¹Giwangkara S, E.G., 2008, *Spektrofotometer Infra Merah Transformasi Fourier (FTIR)*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer FTIR](http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer_FTIR), 26 Februari 2008.

hidroksil (OH^-).

Diagram Kerja Pembuatan Chitosan secara Biodegradasi Enzimatik



Gambar 3.1. Skema Pembuatan Chitosan Kulit Udang secara Biodegradasi Enzimatik⁴².

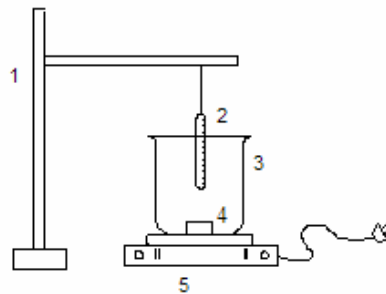
3.4.5. Penyerapan Kolesterol

Penyerapan kolesterol pada Lemak Ayam Broiler dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut⁴³:

⁴²Hendri, J., 2003. *Pembuatan N-Asetilglukosamin Secara Enzimatik Berbahan Baku Kulit Udang dan Kepiting*. Jurusan Kimia Fmipa Universitas lampung.

⁴³Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

1. Sebanyak 4 kg Lemak Ayam Broiler dipanaskan pada suhu 60°C hingga diperoleh ekstrak lemak sebanyak ± 2000 ml.
2. Ekstrak Lemak Ayam Broiler dimasukkan ke dalam 25 beaker glass yang berukuran 250 ml sebanyak 50 ml ekstrak lemak.
3. Beaker glass yang berisi ekstrak lemak tadi diletakkan di atas hot plate.
4. Tiap-tiap beaker glas diberi tanda sesuai dengan rancangan penelitian dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan dan 1 sebagai kontrol.
5. Chitosan dengan tiap perlakuan dan ulangan dimasukkan pada masing-masing beaker glass sesuai dengan tanda yang diberikan kecuali pada kontrol.
6. Setelah itu dilakukan pengadukan selama 10 menit dengan menggunakan alat penyerapan kolesterol.
7. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan, filtratnya diambil untuk dianalisis kandungan kolesterolnya dengan Spektrofotometri.



Gambar 3.2. Rangkaian Alat Penyerapan Kolesterol⁴⁴

Keterangan :

1. Statif dan klem
2. Termometer
3. Beaker glass
4. Magnetic Stirrer
5. Kompor listrik

⁴⁴ Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

3.4.6. Prosedur penentuan kadar kolesterol total⁴⁵

- a. Penentuan absorben Larutan satandart
 1. Dengan menggunakan mikropipet 10 μ l standart kolesterol dimasukkan kedalam tabung reaksi yang kering dan bersih, lalu ditambahkan 1000 μ l reagensia kolesterol.
 2. Absorben larutan standart diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm.
- b. Penentuan absorben sampel
 1. Dengan menggunakan mikropipet, ke dalam tabung reaksi yang kering dan bersih dimasukkan 10 μ l serum (sampel), lalu ditambahkan 1000 μ l reagensia kolesterol dan dibiarkan selama 20 menit pada suhu kamar.
 2. Absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm.
 3. Kadar kolesterol total dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar kolesterol total} = \frac{\text{Absorban Sampel}}{\text{Absorban Larutan Standart}} \times 200 \times 0,0259$$

Keterangan :

200 mg/dl = Standart Kolesterol

0,0259 = ketetapan

Maka untuk memperoleh kadar kolesterol dalam bentuk persen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar kolesterol total} = \frac{\text{kadar kolesterol total(mg/dl)}}{50 \text{ ml lemak}} \times 100\%$$

3.4.6 Penentuan Daya Reduksi

Untuk memperoleh % Daya Reduksi Chitosan terhadap Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler maka hasil akan dimasukkan ke dalam rumus % penyerapan, sebagai berikut:

$$\% \text{ penyerapan (Xi)} = \frac{U_k - P_x}{U_k} \times 100\%$$

⁴⁵ Girindra A.1988. *Biokimia I*. Jakarta : Gramedia.

Keterangan :

X_i : Daya serap kitosan kulit udang hasil enzimatis terhadap kolesterol lemak ayam broiler ($X_1U_1, \dots, X_2U_2, \dots, X_6U_4$).

P_x : Kadar kolesterol lemak ayam broiler setelah diberi chitosan kulit udang hasil enzimatis ($X_1U_1, \dots, X_2U_2, \dots, X_6U_4$).

U_k : Kadar kolesterol lemak ayam broiler tanpa perlakuan

3.5 Rancangan Penelitian dan Teknik Analisis Data

3.5.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) Non Faktorial. Dengan melakukan pemberian jenis chitosan yaitu chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatis. Chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatis diberikan dengan variasi dosis yaitu 5 g, 6 g, 7 g, 8 g, 9 g dan 10 g dengan lama waktu penyerapan selama 10 menit ke dalam 50 ml Lemak ayam broiler⁴⁶.

X_1U_1	X_2U_2	X_3U_1	X_3U_2	X_6U_1	X_6U_2
X_6U_3	X_4U_2	X_1U_4	X_4U_3	X_3U_4	X_1U_3
X_6U_3	X_4U_1	X_3U_3	X_6U_3	X_1U_3	X_4U_4
X_3U_3	X_3U_4	X_2U_4	X_6U_3	X_6U_4	X_6U_4

Gambar 3.3. Bagan Ulangan Percobaan Penyerapan Kolesterol pada Kulit Ayam Broiler

Dengan demikian, total jumlah ulangan setiap perlakuan chitosan adalah 24 kali, yaitu untuk 1 ulangan digunakan 1 sampel 50 ml dengan masing-masing dosis chitosan 5 g, 6 g, 7 g, 8 g, 9 g, 10 g dengan masing – masing dosis mempunyai 4 ulangan sehingga jumlah keseluruhan lemak Ayam broiler yang diperoleh sebanyak 24 sampel.

Untuk mencari banyaknya ulangan, digunakan rumus :

⁴⁶Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(6-1)(n-1) \geq 15$$

$$5(n-1) \geq 15$$

$$5n - 5 \geq 15$$

$$5n \geq 15 + 5$$

$$n \geq 20/5$$

$$n \geq 4$$

Keterangan ;

n = Ulangan

t = Perlakuan

Dengan demikian, jumlah kombinasi perlakuan adalah $4 \times 6 = 24$ kombinasi, dimana untuk tiap perlakuan terdiri dari empat kali ulangan.

3.5.2. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi, kemudian dianalisis varian (Anava). Daftar Sidik Ragam dapat dilihat pada Tabel 3.1⁴⁷.

Tabel 3.1. Tabel Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F-hitung	F-tabel	
					0,05	0,01

⁴⁷ Sastrosupadi, A., (2000), *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Edisi Revisi*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Total	$t \cdot r - 1$	JKT	-	$\frac{KTP}{KTG}$	-	
Perlakuan	$t - 1$	JKP	KTP			
Galat	$t(r - 1)$	JKG	KTG			

Keterangan :

- db = Derajat Bebas
- JKG = Jumlah Kuadrat Galat
- JK = Jumlah Kuadrat
- JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan
- JKT = Jumlah Kuadrat Tengah
- KT = Kuadrat Tengah
- KTP = Kuadrat Tengah Perlakuan
- KTG = Kuadrat Tengah Galat
- F_{hitung} = Nilai Hitung F

Berdasarkan data pengamatan , maka dapat dihitung nilai-nilai dari :

1. Faktor Korelasi (KK) = $\frac{(Y_{ij})^2}{txr}$
2. Jumlah Kuadrat Total : $JKT = (\sum Y_{ij})^2 - FK$
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan : $JKP = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{r} - FK$
4. Jumlah Kuadrat Galat : $JKG = JKT - JKP$
5. Derajat Bebas
 - db total = $t \cdot r - 1$

- db perlakuan = $t - 1$

- db galat = $t(r - 1)$

6. Kuadrat tengah perlakuan : $KTP = \frac{JKP}{(t - 1)}$

7. Kuadrat Tengah Galat : $KTG = \frac{JKG}{t(n - 1)}$

8. $F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$

Setelah dihitung harga F_{hitung} dilakukan uji hipotesis, harga $F = 0,05$ dan $F = 0.01$ dapat dilihat pada tabel distribusi F, uji hipotesis dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

Jika $F_{hitung} \leq F = 0.05$; menunjukkan beda tidak nyata, maka H_0 diterima dan H_a ditolak pada taraf kepercayaan 95%.

Jika $F_{hitung} \geq F = 0,05$; menunjukkan beda nyata, maka H_a diterima dan H_0 ditolak pada taraf kepercayaan 95%.

Jika $F_{hitung} > F = 0,01$; menunjukkan beda sangat nyata, maka H_0 ditolak dan H_a diterima pada taraf kepercayaan 99%.

Bila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat dilanjutkan dengan uji Beda nyata Terkecil (BNT), untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan. Pengujian BNT menggunakan rumus sebagai berikut :

$$BNT (\alpha) = t \text{ (dB galat)} \times \frac{\sqrt{KTG}}{Y} \times 100\%$$

Keterangan :

Y = Jumlah ulangan

KTG = Kuadrat Tengah Galat

Untuk mengetahui ketelitian dari penelitian yang dilakukan dicari Koefisien Keragaman (KK) dengan rumus :

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{Y}} \times 100\%$$

Keterangan :

KTG = Kuadrat Tengah Galat

\bar{Y} = Rata-rataan nilai pengamatan

Bila $KK < 20$ berarti penelitian cukup teliti

Bila $KK > 20$ berarti penelitian kurang teliti.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Analisis Chitosan

Sebelum dilakukan penelitian mengenai pemberian chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatis terhadap kadar kolesterol lemak ayam broiler, dengan mengukur kadar kolesterol lemak ayam broiler awal. Maka chitosan yang diperoleh dianalisis terlebih dahulu.

4.1.1.1. Kadar Air Secara Gravimetri

Dari penelitian ini diperoleh kadar air chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatis dengan persentase yang sangat kecil yaitu 0,87% dengan berat sampel sebanyak 2,000 g dan berat akhir sebesar 1,9826 sehingga diperoleh berat air sebesar 0,0174 g.

4.1.1.2. Kadar Abu Secara Gravimetri

Setelah dilakukan pengabuan pada chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatis dengan berat sampel sebanyak 2,000 g diperoleh berat akhir sebesar 1,9934 g dan berat abu 0,0066 gram. Dari penelitian ini dapat diperoleh kadar abu sebesar 0,33%.

4.1.1.3. Pengukuran Spektroskopi IR

Dari hasil Spektroskopi IR maka diperoleh chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatis yang memiliki derajat deasetilasi sebesar 90,5% dan lebih tinggi dari chitosan tidak hasil biodegradasi enzimatis atau disebut chitosan secara kimiawi. Semakin tinggi derajat deasetilasi chitosan tersebut maka semakin tinggi pula aktivitas chitosan sebagai absorban.

4.1.2. Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler Yang Diberi Chitosan Secara Biodegradasi Enzimatik

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa terjadi penurunan kadar kolesterol pada lemak ayam broiler yang diberi chitosan hasil biodegradasi enzimatik (g/v) dimana terlihat pada table 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1. Kadar Total Kolesterol pada Lemak Ayam Broiler dengan Konsentrasi Chitosan (g/ 50 ml)

NO	Perlakuan g/ 50 ml	Ulangan				Total (%)	Rataan (%)
		1	2	3	4		
1	0	27,12	27,12	27,12	27,12	108,48	27,12
2	5	26,31	25,45	25,04	24,13	100,94	25,23
3	6	25,35	24,42	24,03	23,12	96,93	24,23
4	7	18,40	18,05	17,13	16,23	69,81	17,45
5	8	17,15	17,24	16,33	16,42	67,14	16,79
6	9	15,31	11,41	13,05	13,14	52,91	13,23
7	10	14,25	11,34	10,43	11,03	47,05	11,76

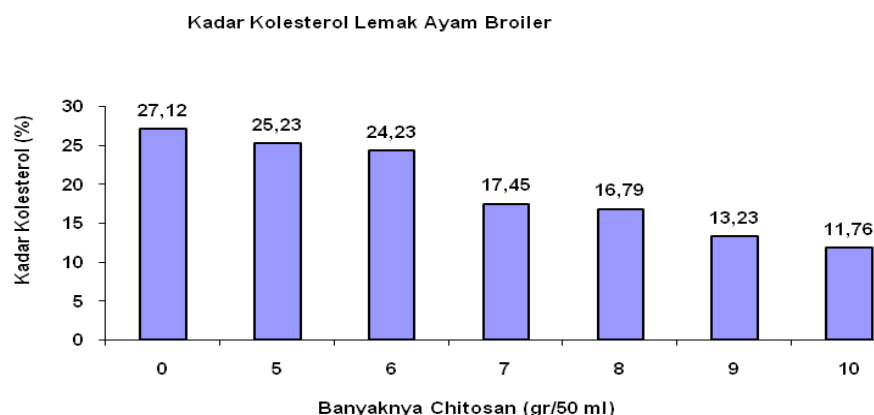
Kadar total kolesterol pada lemak ayam broiler mula-mula sebesar 27,12%. Jika dibandingkan dengan kadar kolesterol mula-mula atau disebut juga tanpa pemberian chitosan enzimatik, pemberian chitosan enzimatik 5 g/50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 25,23% (turun sebesar 6,97%), pada pemberian chitosan 6 g/ 50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 24,23% (turun sebesar 10,66%), pada pemberian chitosan 7 g/ 50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 17,45% (turun sebesar 35,66%), pada pemberian chitosan 8 g/ 50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 16,79% (turun sebesar 38,09%), pada pemberian chitosan 9 g/ 50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 13,23% (turun sebesar 51,22%), pada pemberian chitosan 10 g/ 50 ml lemak ayam broiler dengan kadar total kolesterol lemaknya sebesar 11,76% (turun sebesar 56,64%).

Data pada tabel 4.1 kemudian dianalisis dengan ANAVA yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2. Pada tabel tersebut dapat dilihat $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikansi 99%. Artinya pemberian Chitosan Hasil Biodegradasi Enzimatik berpengaruh sangat nyata terhadap reduksi kadar kolesterol lemak ayam broiler. Jadi hipotesis H_a yang menyatakan terdapat pengaruh Chitosan terhadap reduksi kadar kolesterol lemak ayam broiler dapat diterima dan H_o ditolak pada taraf signifikansi yang menyatakan tidak terdapat pengaruh Chitosan terhadap reduksi kadar kolesterol lemak ayam broiler.

Tabel 4.2. Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Chitosan Hasil Biodegradasi Enzimatik Terhadap Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler (g/50 ml) dari hasil data Total Kadar Kolesterol.

Sumber Variasi	dB	JK	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F.Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	5	618,28	206,69	85,51**	2,77	4,25
Error	18	43,41	2,41			
Total	23	661,69				

Ket : ** = sangat nyata



Gambar 4.1. Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler Pada Berbagai Konsentrasi Chitosan.

Uji ketelitian percobaan dilakukan dengan mencari koefisien keragaman (KK). Dari hasil perhitungan diperoleh $KK = 8,57\%$, berarti bahwa penelitian yang dilakukan cukup teliti $KK < 20\%$.

Hasil Analisis Sidik Ragam menunjukkan bahwa pemberian chitosan hasil biodegradasi enzimatis berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar kolesterol total lemak ayam broiler, maka diperlukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan. Hasil uji beda rata-rata adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3. Uji Beda Rata-rata Kadar Kolesterol total lemak ayam broiler pada berbagai perlakuan.

No	Perlakuan Chitosan(g/50ml)	Rata-rata	Beda Rata-rata					
			K1	K2	K3	K4	K5	K6
1	5	25,23	-	-	-	-	-	-
2	6	24,23	1,00 ^{tn}	-	-	-	-	-
3	7	17,45	7,78**	6,78**	-	-	-	-
4	8	16,79	0,66 ^{tn}	7,12**	0,34 ^{tn}	-	-	-
5	9	13,23	3,56**	2,9*	4,22**	3,88**	-	-
6	10	11,76	1,47 ^{tn}	2,09 ^{tn}	0,81 ^{tn}	3,41**	0,47 ^{tn}	-

BNT (0,05) = 2,31

BNT (0,01) = 3,17

Ket :

** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

tn = berbeda tidak nyata

KK = 8,57% (penelitian cukup teliti)

Dari hasil uji beda rata-rata (tabel 4.3) diketahui bahwa penurunan kadar kolesterol total lemak ayam broiler pada pemberian chitosan (7 g/50 ml), pemberian chitosan (8 g/50 ml), pemberian chitosan (9 g/50 ml) dan pemberian chitosan (10 g/50 ml) berbeda sangat nyata dengan pemberian chitosan (5 g/50 ml) dan Lemak tanpa pemberian chitosan.

4.1.3. Reduksi Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler

Hasil perhitungan daya reduksi chitosan biodegradasi enzimatik terhadap kolesterol lemak ayam broiler diperoleh dari hasil data dari kadar kolesterol pada lemak ayam broiler dengan menggunakan rumus % penyerapan sehingga dapat diperoleh daya reduksi chitosan di bawah ini:

Tabel 4.4. Daya Reduksi Chitosan Hasil Biodegradasi Enzimatik terhadap Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler dengan Konsentrasi Chitosan

Perlakuan (g/50ml)	Ulangan	Daya reduksi Chitosan (%)	Rataan
1	1	2,98	6,95
	2	6,14	
	3	7,65	
	4	11,01	
2	1	6,51	10,64
	2	9,94	
	3	11,39	
	4	14,73	
3	1	32,15	35,65
	2	33,46	
	3	36,83	
	4	40,15	
4	1	36,76	38,29
	2	36,43	
	3	40,52	
	4	39,45	
5	1	43,55	51,23
	2	57,93	
	3	51,88	
	4	51,55	
6	1	47,46	56,63
	2	58,19	
	3	61,54	
	4	59,33	

Dari tabel di atas diperoleh rata-ran tiap perlakuan, dimana dari perlakuan 5 g (6,95) mengalami kenaikan angka daya reduksi yang diperoleh pada perlakuan berikutnya yaitu dari perlakuan 6 g sampai perlakuan 10 g.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Kadar Air Secara Gravimetri

Dari penelitian ini diperoleh kadar air chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatis dengan persentase yang sangat kecil yaitu 0,87% yang berarti bahwa aktifitas air sangat kecil sehingga bisa dipastikan bahwa chitosan kulit udang hasil enzimatis ini tahan terhadap serangan mikroba yang mampu hidup pada aktifitas atau kadar air yang lebih tinggi. Cara perhitungan kadar air chitosan dapat dilihat pada lampiran. Adanya kandungan air pada bahan dapat mempengaruhi daya tahan suatu bahan terhadap serangan mikroba, reaksi kimia, hidrolisis, dan reaksi enzimatik. Sampel yang dianalisa sering mengandung air yang jumlahnya tidak menentu. Jumlah air yang terkandung, sering tergantung dari perlakuan yang telah dialami sampel, kelembaban udara tempat penyimpanannya, dan ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel, air yang terserap akan semakin banyak karena luas permukaannya besar. Ada dua macam kandungan air, air yang terikat secara fisik dan air yang terikat secara kimia. Untuk menghilangkan air yang terikat secara fisik diperlukan panas rendah, hanya untuk menguapkannya. Jumlah air yang terikat secara fisik tidak tertentu. Sedangkan air yang terikat secara kimia jumlahnya tertentu, menurut suatu perbandingan berat yang tergantung dari macam bahan.

4.2.2. Kadar Abu Secara Gravimetri

Abu adalah sisa tertinggal setelah bahan dibakar sampai bebas karbon. Sisa tertinggal ini merupakan unsur-unsur mineral yang terdapat dalam suatu bahan. Dari serangkaian proses ekstraksi chitosan, proses yang berperan penting dalam penentuan kadar abu adalah proses pemisahan mineral dan pencuciannya. Kadar abu pada kitin terutama disebabkan oleh garam-garam anorganik yaitu CaCO_3 dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ yang belum tereliminasi secara sempurna. Proses pengabuan ini dilakukan pada 600°C karena pada suhu tersebut semua senyawa karbon habis terbakar hingga diperoleh abu berwarna putih. Penelitian ini menghasilkan kadar abu yang cukup rendah yaitu sebesar 0,33% sehingga dapat disimpulkan bahwa proses demineralisasi terjadi cukup efektif dan dapat diperoleh chitosan dengan kualitas yang baik.

4.2.3. Pengukuran Spektrokopi IR

Chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatis dianalisis derajat deasetilasinya untuk diuji kemampuannya dalam mereduksi kadar kolesterol pada lemak ayam

broiler. Derajat deasetilasi chitosan diperoleh dengan persen yang cukup tinggi sehingga sangat baik untuk mereduksi kadar kolesterol pada lemak ayam broiler. Semakin tinggi derajat deasetilasi chitosan yang diperoleh maka semakin besar reduksi kadar kolesterol yang diperoleh dan diperoleh juga kualitas chitosan yang lebih baik⁴⁸. Chitosan mempunyai derajat deasetilasi 80%-90%, akan tetapi kebanyakan publikasi menggunakan istilah chitosan apabila derajat deasetilasi lebih besar dari 70%. Pada pH di atas 7,0 stabilitas kelarutan chitosan sangat terbatas. Pada pH tinggi, cenderung terjadi pengendapan dan larutan chitosan membentuk kompleks polielektrolit dengan hidrokoloid anionik menghasilkan gel. Dan karena adanya gugus amino dan sifatnya yang basa maka chitosan dapat larut dalam media asam encer membentuk larutan kental dan dapat digunakan sebagai penyerap kolesterol⁴⁹.

4.2.4. Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler yang di beri Chitosan Hasil Bioegradasi Enzimatik

Hasil analisis sidik ragam pada tabel 4.3 terlihat bahwa perubahan kadar kolesterol total lemak ayam broiler setelah pemberian chitosan hasil biodegradasi enzimatik berpengaruh sangat nyata terhadap berkurangnya kadar kolesterol total lemak ayam broiler. Lemak ayam yang diberi chitosan 5 g/ 50 ml kadar kolesterolnya menurun menjadi 25,235%. Pada kelompok perlakuan yang diberi chitosan 6 g/50 ml kadar kolesterolnya menurun menjadi 24,232%. Pada kelompok perlakuan yang diberi chitosan 7 g/50 ml kadar kolesterolnya menurun menjadi 17,453%. Pada kelompok perlakuan yang diberi 8 g/50 ml kadar kolesterolnya menurun sebesar 16,79%. Pada kelompok perlakuan yang diberi 9 g/50 ml kadar kolesterolnya menurun sebesar 13,23%. Pada kelompok perlakuan 10 g/50 ml kadar kolesterolnya menurun sebesar 11,76% dibandingkan dengan lemak tanpa perlakuan. Seperti dijelaskan oleh Hawab, bahwa secara in vitro, 150 mg serbuk chitosan yang dicampur 10 mg kolesterol dapat mengikat 18,06% kolesterol dan hasil penelitian in vitro menyatakan bahwa hewan yang diberi makanan mengandung chitosan mampu mengekskresikan lemak dikotorannya hingga 5-10 kali serat lain. Ikatan yang terbentuk

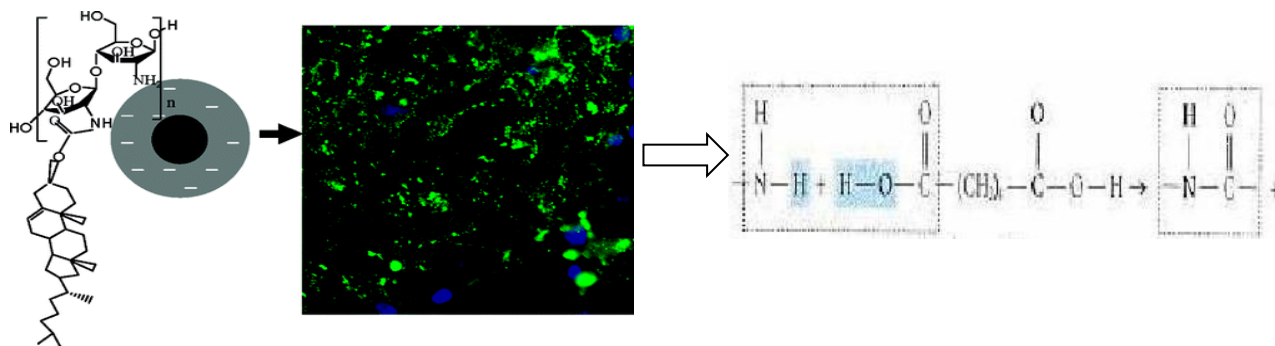
⁴⁸ Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

⁴⁹ Kaban, J., (2009), *Modifikasi Kimia dari Chitosan dan Aflikasi Produk yang Dihasilkan*. FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.

kemudian dikeluarkan bersama feses⁵⁰. Hal ini terjadi karena sifat chitosan yang mirip serat kasar yang tidak dapat dicerna dan tidak dapat diserap usus halus.

Penurunan kadar kolesterol ini disebabkan kemampuan chitosan dalam mengikat kolesterol yang terdapat pada lemak ayam broiler. Dimana Chitosan dapat mengurangi kadar kolesterol dengan cara yaitu : jika chitosan terkena asam lambung (HCl), senyawa tersebut akan berubah menjadi semacam jel yang dapat membungkus bukan saja molekul kolesterol dalam getah empedu tapi juga molekul lemak dalam makanan. Kolesterol dan lemak yang terbungkus secara otomatis akan terbuang bersama sistem eliminasi dan ekskresi tubuh, maka dari itu chitosan dapat dianggap sebagai obat pelangsing dan relatif aman karena ini adalah bahan alami mekanismenya tidak dipengaruhi sistem tubuh secara menyeluruh⁵¹.

Kolesterol juga merupakan bahan dasar pembentukan hormon-hormon steroid sehingga jika terjadi penimbunan kolesterol yang berlebih di dalam dinding pembuluh darah akan menimbulkan suatu kondisi yang disebut aterosklerosis yaitu penyempitan atau pembekuan pembuluh darah. Kondisi ini merupakan cikal bakal terjadinya penyakit jantung atau stroke. Oleh sebab itu kadar kolesterol dalam tubuh diharapkan menurun atau dalam keadaan normal dan dalam penelitian ini terjadi penurunan kadar kolesterol lemak ayam broiler.



Gambar 4.2. Reaksi Pengikatan Chitosan dengan Kolesterol

Ikatan Amina pada Chitosan akan mengikat ikatan hidroksil pada Kolesterol dan dihasilkan ikatan amida dalam serat yang terbentuk sehingga tidak mampu dicerna di dalam

⁵⁰Hawab. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

⁵¹Primana,A,D.,(2008), *Konsultasi Kesehatan Indonesia Perjuangan*, <http://konsultasi.kesehatan.epajak.org/tag/dadang-arief-primana/> (diakses tanggal 27 juli 2008)

tubuh. Adanya ikatan ion negatif pada Chitosan dan ikatan positif pada kolesterol sehingga saling tarik menarik di antara keduanya⁵².

4.2.5. Daya Reduksi Chitosan Kulit Udang Yang Diperoleh Secara Biodegradasi Enzimatik Terhadap Kadar Kolesterol Lemak Ayam Broiler

Dari hasil pada tabel 4.5 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan daya reduksi chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatik yang nyata dimana yang menjadi parameter untuk penghitungan daya reduksi chitosan ini adalah kadar kolesterol yang diperoleh yaitu dengan cara mengurangi kadar kolesterol mula-mula dengan kadar kolesterol akhir pada setiap perlakuan. Ini disebabkan karena kemampuan chitosan dalam menyerap lemak. Daya ikat chitosan bisa ditingkatkan jika ratio chitosan juga ditingkatkan⁵³.

Menurut penelitian yang dilakukan sebelumnya juga oleh Hargono menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin besar penyerapan. Kemampuan chitosan untuk menyerap lemak tergantung pada derajat deasetilasinya dan proses penyerapan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah adsorben, waktu, kecepatan pengadukan dan suhu. Kemampuan chitosan untuk menyerap lemak tergantung pada derajat deasetilasinya. Derajat deasetilasi tersebut menunjukkan jumlah gugus amino yang berikatan pada chitosan yang berasal dari proses deasetilasi gugus asetamida. Gugus amino ini yang akan mengikat lemak. Oleh karena itu, semakin besar derajat deasetilasinya, lemak yang terserap semakin banyak. Besarnya derajat deasetilasi dapat diketahui dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*⁵⁴.

Daya reduksi chitosan dapat dipengaruhi derajat deasetilasinya, dimana pada penelitian ini diperoleh derajat deasetilasi yang tinggi sehingga dapat mempercepat daya serap chitosan terhadap kadar kolesterol. Semakin tinggi derajat deasetilanya maka semakin besar penyerapan. Derajat deasetilasi yang diperoleh juga dipengaruhi oleh enzim lisozim yang diberikan, karena

⁵² Hawab. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

⁵³ _____. H.M., (2006), Kitosan, <http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>, diakses 24 Mei 2007.

⁵⁴ Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>.

kita ketahui bahwa enzim berfungsi mengkatalisis reaksi-reaksi kimia baik dalam sel ataupun di luar sel. Daya katalitiknya bersifat spesifik, artinya hanya mampu mengkatalisis suatu jenis reaksi atau substrat tertentu. Enzim juga mampu mempercepat reaksi 10^{12} - 10^{20} kali lebih cepat dari reaksi kimia biasa yang tidak menggunakan enzim serta mempunyai efisiensi katalisis yang tinggi.

Pada hasil penelitian ini terjadi angka kenaikan yang yang jauh beda dari kelompok perlakuan 6 g ke 7 g dan dari 7 ke perlakuan selanjutnya, ini terjadi karena kecepatan difusi partikel kolesterol melalui pori chitosan yang lebih cepat dari pada perlakuan sebelumnya. Menurut penelitian Hawab (2001), bahwa secara in vitro, 150 mg serbuk chitosan yang dicampur 10 mg kolesterol dapat mengikat 18,06%, sedangkan penelitian ini dalam 10 g. chitosan yang dicampur 13,56 mg dapat mengikat 56,63%. Dapat disimpulkan bahwa penelitian ini lebih maksimal hasilnya dari penelitian sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian Chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar kolesterol pada lemak ayam broiler.
2. Ada pengaruh pada daya reduksi chitosan kulit udang yang diperoleh secara biodegradasi enzimatik terhadap kadar kolesterol pada lemak, yakni semakin tinggi konsentrasi chitosan yang diberikan maka semakin besar daya reduksinya.

5.2. Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai mekanisme kerja chitosan dalam menurunkan kadar kolesterol lemak ayam broiler.
2. Sebaiknya penggunaan chitosan kulit udang hasil biodegradasi enzimatik lebih digalakkan dalam masyarakat.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk menganalisis kadar kolesterol dalam kulit dan daging ayam broiler dan juga kadar HDL dan LDL dalam lemak ayam broiler dikarenakan analisis yang dilakukan hanya terhadap kadar kolesterol lemak secara total.
4. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai jumlah perlakuan yang diberikan pada penurunan kadar kolesterol.
5. Sebaiknya pemanfaatan chitosan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- A., Lehninger. 2008. Dasar-Dasar Biokimia, terj. Maggy Thenawidjaja. Jakarta: Erlangga.
- Abun. 2007. Pengukuran Nilai Kecernaan Ransum yang Mengandung Limbah Udang Windu Produk Fermentasi pada Ayam Broiler. Makalah Ilmiah. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- _____.2008. Biokonversi Limbah Udang Windu (*Penaeus monodon*) oleh *Bacillus licheniformis* dan *Aspergillus niger* serta Implementasinya terhadap Performans Broiler. Disertasi, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- _____., Balia, R.L., Aisjah, T., dan Darana, S., (2012), *Bioproses Limbah Udang Windu (*Penaeus monodon*) Melalui Tahapan Deproteinasi dan Minerlalisasi untuk meningkatkan Kandungan Gizi Pakan*. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran: Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik: ISSN 1411-0903
- Anonim, (2003), Hasil Perikanan Sumatera Utara. Dinas Perikanan Sumatera Utara. Medan.
- Anonim 1, (2007), *Chitosan*, <http://www.anispharmacy.com>, diakses 27 februari 2007.
- Anonim 2, (2007), *Kolesterol*, <http://www.jakarta.go.id/jakpus/ternak/datsu.htm>, diakses 24 Mei 2007.
- Almatsier, S., (2001), *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Cira, L.A., S. Huerta, I. Guerrero, R. Rosas, G.M Hall & K. Shirai. 2000. *Scalling up of Lactic Acid Fermentation of Prawn Waste in Packed-Bed Column Reactor for Chitin Recovery*. In: Advan Chitin Sci., vol. 4, Peter, M.G., A Domard, and R.A.A. Muzzarelli (eds).
- Dinas Perikanan Sumut., (2007), Hasil Perikanan Sumatera Utara, Dinas Perikanan Sumatera Utara, Medan.
- _____. (2019), Hasil Perikanan Sumatera Utara, Dinas Perikanan Sumatera Utara, Medan.
- Girindra A.1988. *Biokimia I*. Jakarta : Gramedia

- Giwangkara S, E.G., 2008, Spektrofotometer Infra Merah Transformasi Fourier (FTIR), [http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer FTIR](http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometer_FTIR), 26 Februari 2008.
- Habeahan, M., (2003), *Pengaruh Kulit Udang Terhadap Kolesterol Darah dan Daging Ayam Broiler*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan.
- Hargono., Abdullah., Sumantri, I., (2008), *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP Semarang. <http://www.clicktoconvert.com>
- Haslet, L., (2007), *Kolesterol Yang Perlu Anda Ketahui*, Megapoin, Jakarta.
- Hawab. H. M., (2001), Mengurangi Kolesterol dari Kulit Kepiting, *Republika* :19
- _____,(2006),Kitosan,<http://www.kompas.com/kompascetak/0407/10/humaniora/1139620.htm>), diakses 24 Mei 2007.
- Hendri, J., 2003. *Pembuatan N-Asetilglukosamin Secara Enzimatis Berbahan Baku Kulit Udang dan Kepiting*. Jurusan Kimia Fmipa Universitas lampung.
- Kaban, J., (2009), *Modifikasi Kimia dari Chitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan*. FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Krissetiana, H., (2004), *Khitin dan Chitosan dari Limbah Udang*, <http://www.suaramerdeka.com/harian/ragam4htm>., 27 November 2007.
- Lee, V and E. Tan. 2002. *Enzymatic Hydrolysis of Prawn Shell Waste for the Purification of Chitin*. Departement of Chemical Engineering, Loughborough University.
- Marganov, 2003, *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*, http://rudycr.topcities.com/pps702_7103_4/marganov.htm., 15 Desember 2007.
- Mark, S., (2001), *Biokimia Kedokteran Dasar*, EGC, Jakarta
- Murray, K.R. dan Graner, K.D., (1999), *Biokimia Harper*, Edisi ke 22, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Nurachmah, E.,(2001), *Nutrisi Dalam Keperawatan*, Penerbit Sagung Setom, Jakarta.
- Primana, A.D.,(2008), *Konsultasi Kesehatan Indonesia Perjuangan*, <http://konsultasi.kesehatan.epajak.org/tag/dadang-arief-primana/> (diakses tanggal 27 juli 2008)

- Rismana, E., (2006), *Serat Chitosan Mengikat Lemak* (<http://www.kompas.com/kompas-cetsk/0301/09/iptek/60155.htm>)
- _____, E., (2007), *langsing dan Sehat lewat Limbah Perikanan*, <http://www.sinarharapan.co.id/berita/0110/22/ipt02html>, diakses 24 Februari 2007.
- Sastrosupadi, A., (2000), *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Edisi Revisi*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soehardi, S., (2004), *Memelihara Kesehatan Jasmani Melalui Makanan*, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Silitonga, M., Hasanah, U., Restuati, M., dan Nasution, Y., (2007), *Biokimia Untuk Biologi : Buku Pegangan Perkuliahan*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara.
- Siswono, (2001), *Bahaya Dari Kolesterol Tinggi*, <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews.cgi?nemsid997059568,35248>, diakses 24 Mei 2007.
- Sugita, P., Wukirsari, T., Sjahriza, A., dan Wahyono, D., (2009), *Chitosan Sumber Biomaterial Masa Depan*, Bogor : IPB Press.

Lampiran 1



Gambar 3.1 Rangkaian alat proses adsorpsi

Keterangan :

1. Statif dan klem
2. Termometer
3. Beaker glass
4. Magnetic Stirrer
5. Termostat
6. Heater
7. Water bath

Lampiran 2

Karakterisasi Chitosan Kulit Udang yang diperoleh secara Biodegradasi Enzimatik

a. Kadar Air

$$\text{Berat sampel} = 2,000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Akhir} = 1.9826 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Air} = 0.0174 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{2,000 \text{ gr} - 1.9826 \text{ gr}}{2,000 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,87 \%\end{aligned}$$

b. Kadar Abu

$$\text{Berat sampel} = 2,000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Akhir} = 1.9934 \text{ gram}$$

$$\text{Berat Abu} = 0.0066 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar Abu} &= \frac{2,000 \text{ gr} - 1.9934 \text{ gr}}{2,000 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0.33 \%\end{aligned}$$

a. Derajat Deasetilisasi (DD)

$$DD = \left[1 - \left(\frac{A_{1588}}{A_{3410}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\%$$

$$DD = \left[1 - \left(\frac{11.662}{92.313} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\%$$

$$DD = 90.50 \%$$

Lampiran 3

Prosedur Analisis Varians Kadar Kolesterol Total lemak Ayam Broiler

1. Faktor Korelasi (FK)

$$\begin{aligned} FK &= \frac{(Y_{ij})^2}{t \times r} = \frac{(434,78)^2}{6 \times 4} \\ &= \frac{189033,65}{24} \\ &= 7876,40 \end{aligned}$$

2. Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned} JKT &= (\sum Y_{ij})^2 - FK \\ &= (26,310^2 + 25,45^2 + 25,04^2 + \dots + 11,03^2) - FK \\ &= 8538,09 - 7876,40 \\ &= 661,69 \end{aligned}$$

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(\sum Y_{ij})^2}{r} - FK \\ &= \frac{(100,94^2 + 96,93^2 + 69,81^2 + 67,14^2 + 52,91^2 + 47,05^2)}{4} - FK \\ &= 8494,68 - 7876,40 \end{aligned}$$

$$= 618,28$$

4. Jumlah Kuadrat Error

$$JKE = JKT - JKP$$

$$= 661,69 - 618,28$$

$$= 43,41$$

5. Derajat Bebas (dB)

$$dB \text{ Total} = (t \times r) - 1$$

$$= (6 \times 4) - 1$$

$$= 23$$

$$dB \text{ Perlakuan} = t - 1$$

$$= 6 - 1$$

$$= 5$$

$$dB \text{ Error} = t(r - 1)$$

$$= 6(4 - 1)$$

$$= 18$$

6. Kuadrat Tengah Perlakuan

$$KTP = \frac{JKP}{r - 1} = \frac{618,28}{(4 - 1)}$$

$$= 206,69$$

7. Kuadrat Tengah Error

$$\begin{aligned} \text{KTE} &= \frac{JKE}{t(r-1)} = \frac{43,41}{6(4-1)} \\ &= 2,41 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8. \text{ F.Hitung} &= \frac{KTP}{KTE} = \frac{206,69}{2,41} \\ &= 85,51 \end{aligned}$$

9. Koefisien Keragaman

$$\begin{aligned} \text{KK} &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{2,41}}{18,12} \times 100\% \\ &= 8,57\% \end{aligned}$$

10. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned} \text{BNT (0,05)} &= t \frac{\alpha}{2} (dBGalat) \times \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\ &= t(0,05) (18) \times \sqrt{\frac{2.2,41}{4}} \\ &= 2,101 \times 1,1 \end{aligned}$$

$$= 2,31$$

$$\text{BNT (0,01)} = t \frac{\alpha}{2} (dBGalat) \times \sqrt{\frac{2KTG}{r}}$$

$$= t(0,01) (18) \times \sqrt{\frac{2.2,41}{4}}$$

$$= 2,878 \times 1,1$$

$$= 3,17$$

Lampiran 4.

Mengitung Daya Serap Chitosan Kulit Udang Hasil Biocegradasi Enzimatik

$$\% \text{Penyerapan } X_i = \frac{U_k - P_x}{U_k}$$

Dik : $U_k = 27,120$

$$X_1U_1 = \frac{27,120 - 26,310}{27,120} \times 100\% = 2,98\%$$

$$X_1U_2 = \frac{27,120 - 25,454}{27,120} \times 100\% = 6,143\%$$

$$X_1U_3 = \frac{27,120 - 25,043}{27,120} \times 100\% = 7,658\%$$

$$X_1U_4 = \frac{27,120 - 24,132}{27,120} \times 100\% = 11,017\%$$

$$X_2U_1 = \frac{27,120 - 25,352}{27,120} \times 100\% = 6,519\%$$

$$X_2U_2 = \frac{27,120 - 24,422}{27,120} \times 100\% = 9,948\%$$

$$X_2U_3 = \frac{27,120 - 24,031}{27,120} \times 100\% = 11,390\%$$

$$X_2U_4 = \frac{27,120 - 23,124}{27,120} \times 100\% = 14,734\%$$

$$X_3U_1 = \frac{27,120 - 18,401}{27,120} \times 100\% = 32,149\%$$

$$X_3U_2 = \frac{27,120 - 18,045}{27,120} \times 100\% = 33,462\%$$

$$X_3U_3 = \frac{27,120 - 17,133}{27,120} \times 100\% = 36,825\%$$

$$X_3U_4 = \frac{27,120 - 16,231}{27,120} \times 100\% = 40,151\%$$

$$X_4U_1 = \frac{27,120 - 17,151}{27,120} \times 100\% = 36,76\%$$

$$X_4U_2 = \frac{27,120 - 17,241}{27,120} \times 100\% = 36,43\%$$

$$X_4U_3 = \frac{27,120 - 16,331}{27,120} \times 100\% = 40,52\%$$

$$X_4U_4 = \frac{27,120 - 16,422}{27,120} \times 100\% = 39,45\%$$

$$X_5U_1 = \frac{27,120 - 15,310}{27,120} \times 100\% = 43,55\%$$

$$X_5U_2 = \frac{27,120 - 11,413}{27,120} \times 100\% = 57,93\%$$

$$X_5U_3 = \frac{27,120 - 13,051}{27,120} \times 100\% = 51,88\%$$

$$X_5U_4 = \frac{27,120 - 13,141}{27,120} \times 100\% = 51,55\%$$

$$X_6U_1 = \frac{27,120 - 14,250}{27,120} \times 100\% = 47,46\%$$

$$X_6U_2 = \frac{27,120 - 11,340}{27,120} \times 100\% = 58,19\%$$

$$X_6U_3 = \frac{27,120 - 10,430}{27,120} \times 100\% = 61,54\%$$

$$X_6U_4 = \frac{27,120 - 11,031}{27,120} \times 100\% = 59,33\%$$

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



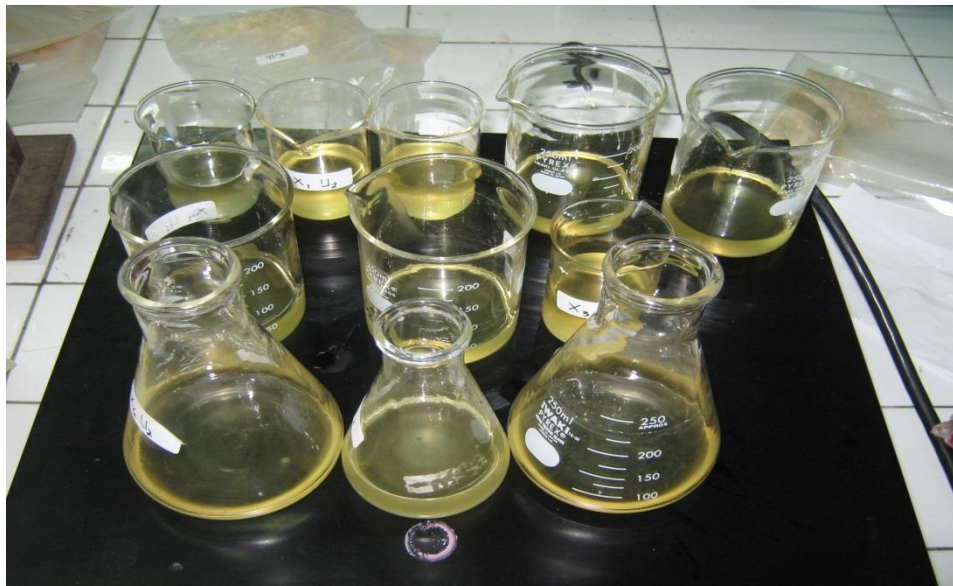
Gambar 1. Kulit udang pada saat pengeringan



Gambar 2. Perebusan kulit udang



Gambar 3. Chitosan Kulit Udang Hasil Biodegradasi Enzimatik



Gambar 4. Lemak Ayam Broiler Yang di cairkan



Gambar 5. Penimbangan Chitosan dengan tiap-tiap Perlakuan



Gambar 6. Perlakuan Chitosan Pada Lemak Ayam Broiler



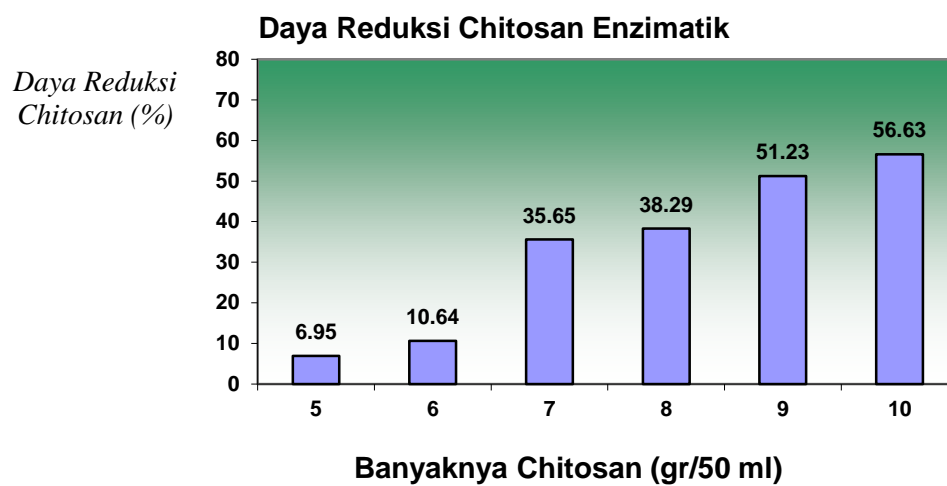
Gambar 7. Penggunaan Spektroskopi IR



Gambar 8. Penimbangan Lemak hasil Perlakuan



Gambar 9. Penghalusan KBr Menjadi Bentuk Pellet



Gambar 12. Diagram batang Daya Reduksi Chitosan Terhadap Kadar Kolesterol

